

*sigma*

## الفصل الثانى

التأثير المغناطيسى  
للتيار الكهربى

# فصل ٢ التأثير المغناطيسي للتيار الكهربائي

## المجال المغناطيسي

المنطقة المحيطة بالمغناطيس من جميع الاتجاهات وتظهر فيه آثاره المغناطيسية.

\* يتكون المجال المغناطيسي من خطوط فيض تخرج من القطب الشمالي وتدخل القطب الجنوبي. وهي خطوط لا تتقاطع. تتزاحم قرب القطبين الشمالي والجنوبي للمغناطيس.

## كثافة الفيض المغناطيسي B

الفيض المغناطيسي لوحدة المساحة العمودية على خطوط الفيض المحيطة بنقطة.

$$B = \frac{\phi_m}{A}$$

$$\therefore \phi_m = BA \sin \theta$$

حيث  $\theta$  الزاوية المحصورة بين خطوط الفيض والمساحة.

\* عندما تكون خطوط الفيض موازية للمساحة ( $\phi_m = 0$ )  $\theta = 0$

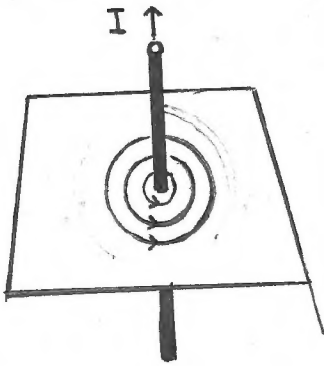
\* وحدة قياس الفيض المغناطيسي - الوبر -  $Wb$

\* وحدة قياس كثافة الفيض B هي التسلا T وتكافئ  $\frac{Wb}{m^2}$

• اكتشاف العالم هانز أدرستد ومصادفة أن للتيار الكهربي تأثير ومجال مغناطيسي . مستنداً على ذلك بوضع بوصلة فوقه سلك يحريه تيار كهربي وموازياً له . فلاحظ انحراف ربرة البوصلة .

أولاً : المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار كهربي من سلك مستقيم .

← شكل خطوط الفيض المغناطيسي حول السلك :-



عند نشر برادة حديد على لوحة أفقية - تخترقها سلك مستقيم عند منتصفها رأسياً ويمر به تيار كهربي . وبالطرح برفوف على اللوحة . تترب برادة الحديد على شكل دوائر متحدة المركز . مركزها السلك نفسه .

← خواص المجال للسلك :-

١- تتزاحم خطوط الفيض المغناطيسي بالقرب من السلك وتتباعده كلما بعدت عن محور السلك .

$$B \propto \frac{1}{d}$$

٢- مستوى الحلقات يكون عمودياً على السلك .

٣- يزداد تناسقها كلما زادت شدة التيار  $B \propto I$

## استنتاج كثافة الفيض المغناطيسي.

$$\therefore B \propto I$$

$$B \propto \frac{1}{d}$$

$$\therefore B \propto \frac{I}{d} \rightarrow \therefore B = \text{const} \times \frac{I}{d}$$

$$\therefore B = \frac{\mu I}{2\pi d} \quad \text{« قانون أمبير الدائري »}$$

$$\mu = \frac{B 2\pi d}{I} \quad \text{حيث } \mu \text{ النفاذية المغناطيسية للوسط}$$

$$* \text{ وتقاس بوحدة } T.m/A \text{ وتساوي } (wb/A.m)$$

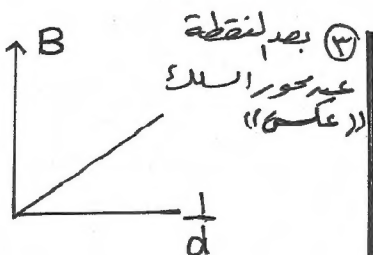
$$B = \frac{2 \times 10^{-7} I}{d} \leftarrow \mu \text{ في الهواء } 4\pi \times 10^{-7} \leftarrow$$

## النفاذية المغناطيسية لوسط $\mu$

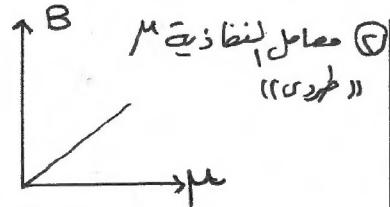
قابلية الوسط لنفاذ الفيض المغناطيسي خلاله.

العوامل التي تتوقف عليها كثافة الفيض المغناطيسي لذلك نستقيم

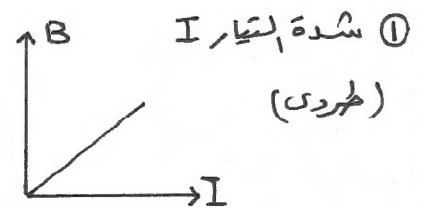
$$B = \frac{\mu I}{2\pi d} \quad * \text{ طبقاً للقانون}$$



$$\text{الميل} = Bd = \frac{\mu I}{2\pi}$$

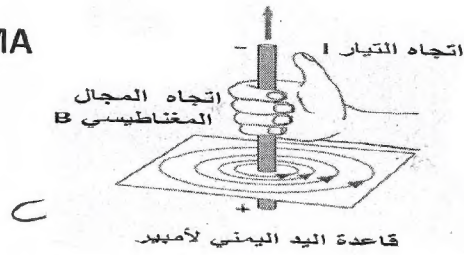


$$\text{الميل} = \frac{B}{\mu} = \frac{I}{2\pi d}$$



$$\text{الميل} = \frac{B}{I} = \frac{\mu}{2\pi d}$$





## قاعدة اليد اليمنى لأمبير

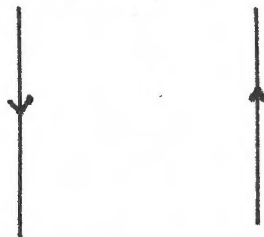
\* تستخدم من قديم لأتجاه خطوط

الفيض المغناطيسي الناشئ عند مرور تيار كهربي في سلك مستقيم.  
 " عند القبض باليد اليمنى على السلك بحيث يشير الإبهام  
 ولاتجاه التيار فإنه لاتجاه الكثافة باقي الأضباع يشير لاتجاه  
 الفيض المغناطيسي "

ينصح ببناء المساكن بعيداً عن أبراج الضغط الكهربي العالي  
 لتقليل تأثير المجال المغناطيسي الضار على الصحة لأن كثافة  
 الفيض المغناطيسي تقل بزيادة البعد عن مصدر التيار  $B \propto \frac{1}{d}$

## وصلة كثافة الفيض لكتلة متوازيين

التيار من اتجاهين متضادين

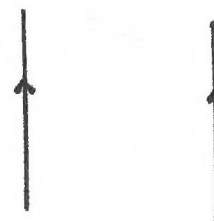


\* عند نقطة بين الكليتين  
 (المجال من نفس الاتجاه)  
 $B_t = B_1 + B_2$

\* عند نقطة خارج الكليتين  
 (المجال من اتجاهين متضادين)  
 $B_t = B_1 - B_2 \quad (B_1 > B_2)$

4 \* عند نقطة القاطن (خارج الكليتين)  
 $B_1 = B_2$   
 $\frac{I_1}{r_1} = \frac{I_2}{r_2}$

التياران في اتجاه واحد



\* عند نقطة بين الكليتين  
 (الاتجاه المتعاكس لاتجاهين متضادين)  
 $B_t = B_1 - B_2 \quad (B_1 > B_2)$

\* عند نقطة خارج الكليتين  
 (المجال من نفس الاتجاه)  
 $B_t = B_1 + B_2$

\* عند نقطة القاطن (بين الكليتين)  
 $B_1 = B_2$   
 $\frac{I_1}{r_1} = \frac{I_2}{r_2}$

① علل : تقع نقطة التعادل للملكية متوازياً بين مجرى التيار الكهربى في نفس الاتجاه بين الملكية.

- لتولد مجالية مغناطيسية متضادية عند أى نقطة بين الملكية فتكون نقطة التعادل بين الملكية عندما يلاشى تأثير كل منهما تأثير الأرض.

② علل : تقع نقطة التعادل للملكية متوازياً بين مجرى التيار الكهربى في الاتجاه بين متضادية خارج الملكية.

- لتولد مجالية مغناطيسية متضادية عند أى نقطة خارج الملكية فتكون نقطة التعادل خارج الملكية عندما يلاشى تأثير كل منهما تأثير الآخر.

③ علل : ينصح ببناء المساكن بعيداً عن أبراج الضغط العالى .  
- لتقليل تأثير المجال المغناطيسى الضار على الصحة والبيئة . لأن كثافة الفيض المغناطيسى B تتناسب عكساً مع البعد  $d$   $[B \propto \frac{1}{d}]$

\* ④ هذا يحدث عند زيادة شدة التيار الكهربى الخارج سلك مستقيم بالنسبة لكثافة الفيض الخارج عند نقطة تبعد عنه مسافة معينة ؟  
- تردد كثافة الفيض حيث  $B = \frac{\mu I}{2\pi d}$

⑤ حتى .. ؟

- أ- نستخدم كثافة الفيض عند نقطة بين ملكية متوازياً بين مجرى التيار الكهربى .  
\* عندما يكون التيار في نفس الاتجاه .

ب - لا توجد نقطة تعادل لبيد الملكية مستقيمة متوازياً بين مجرى التيار الكهربى .

\* إذا كانا التياران متساويين في المقدار وفي اتجاهين متضادين

١- ملف مساحته  $2\text{m}^2$  وضع في مجال مغناطيسي كثافته الفيض  $0.05\text{wb/m}^2$  بحيث يكون الفيض المار به نهائياً عظمياً ، حسب الفيض المغناطيسي عندما يدور الملف بزاوية  $30^\circ$  - ب -  $45^\circ$  - ج -  $60^\circ$  - د -  $135^\circ$  - هـ -  $180^\circ$

$$\theta_1 = 90^\circ \quad A = 2 \quad B = 0.05 \quad \theta_2 = [30/45/60/135/180]^\circ \quad \phi_m = ?$$

$$\therefore \phi_m = BAS \sin \theta$$

$$\text{أ / } \phi_m = 0.05 \times 2 \times \sin(90-30) = 0.087 \text{ wb}$$

$$\text{ب / } \phi_m = 0.05 \times 2 \times \sin(90-45) = 0.07 \text{ wb}$$

$$\text{ج / } \phi_m = 0.05 \times 2 \times \sin(90-60) = 0.05 \text{ wb}$$

$$\text{د / } \phi_m = 0.05 \times 2 \times \sin(90-135) = -0.07 \text{ wb}$$

$$\text{هـ / } \phi_m = 0.05 \times 2 \times \sin(90-180) = -0.1 \text{ wb}$$

٢- سلك مستقيم يمر به تيار شدته  $4\text{A}$  فإذا علمت أن كثافة الفيض

المغناطيسي عند نقطة تبعد عن محوره مسافة معينة هي  $2 \times 10^{-5} \text{ T}$

أوجد بُعد النقطة عن محور السلك علماً بأن  $\mu = 4\pi \times 10^{-7}$

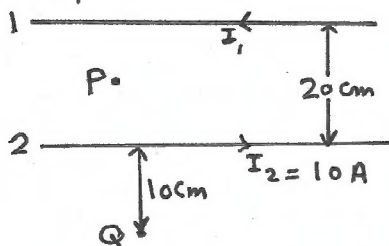
$$I = 4\text{A} \quad B = 2 \times 10^{-5} \quad d = ?$$

$$\therefore B = \frac{\mu I}{2\pi d} \rightarrow \therefore d = \frac{\mu I}{2\pi B} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 4}{2\pi \times 2 \times 10^{-5}} = 0.04\text{m}$$

٣- سلكان مستقيمان متوازيان ١، ٢ فإذا علمت أن كثافة الفيض المغناطيسي

الكلي  $B_t$  عند النقطة P في منتصف السلك ٢ تساوي  $6 \times 10^{-5} \text{ T}$  حسب كثافة الفيض

المغناطيسي عند النقطة Q



$$\therefore B_t = B_1 + B_2$$

$$\therefore 6 \times 10^{-5} = \frac{\mu}{2\pi d} \left( \frac{I_1}{d_1} + \frac{I_2}{d_2} \right)$$

$$\therefore 6 \times 10^{-5} = 2 \times 10^{-7} \left( \frac{I_1}{0.1} + \frac{10}{0.1} \right) \rightarrow \therefore I_1 = 20\text{A}$$

$$\text{عند Q} \therefore B_t = \frac{\mu I}{2\pi} \left( \frac{I_1}{d_1} - \frac{I_2}{d_2} \right) = 2 \times 10^{-7} \left( \frac{20}{0.1} - \frac{10}{0.1} \right) = 6.7 \times 10^{-7} \text{ T}$$



4- سلكان طويلان متوازيان وضعا على بعد 10cm بعضهما  
وأمر من أحدهما تيار شدته 40A ومن الآخر تيار شدته 20A  
أوجد بعد النقطة التي يتعدى عندها كثافة الفيض المغناطيسي بين السلكين

$$* \text{ عند نقطة التعادل } B_1 = B_2$$

$$\therefore \frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{d_2} \rightarrow \therefore \frac{40}{d_1} = \frac{20}{0.1 - d_1}$$

$$\therefore d_1 = 6.67 \text{ cm}$$

5- سلك مستقيم يمر به تيار شدته 8A ويتحرك بالقرب منه على  
بعد 16cm سطح إلكترونات من نفس اتجاه التيار في السلك بمعدل  
 $10^{20}$  إلكترون كل ثانية . احسب كثافة الفيض المغناطيسي في منتصف  
المسافة بينهما . علماً بأن  $(e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C})$

$$I_1 = 8 \text{ A} \quad I_2 = \frac{Q}{t} = \frac{N \cdot e}{t} = \frac{10^{20} \times 1.6 \times 10^{-19}}{1} = 16 \text{ A}$$

$$d = 0.16 \text{ m} \quad (d_1 = d_2 = 0.08 \text{ m})$$

$$\therefore B_t = B_1 + B_2 = \frac{\mu}{2\pi} \left[ \frac{I_1}{d_1} + \frac{I_2}{d_2} \right]$$

$$\therefore B_t = 2 \times 10^{-7} \left[ \frac{8}{0.08} + \frac{16}{0.08} \right] \rightarrow B = 6 \times 10^{-5} \text{ T}$$

6- سلكان طويلان ب، متوازيان ويبعدان 10cm عن بعضهما ويحمل  
فيهما تيار كهربائي شدته 2A ، 4A على الترتيب في اتجاهيه  
متضادين عيدهم النقطة التي تتعدى عندها كثافة الفيض المغناطيسي .

$$d = 10 \times 10^{-2} = 0.1 \text{ m} \quad I_1 = 2 \text{ A} \quad I_2 = 4 \text{ A} \quad d_1 = ?$$

\* تقع نقطة التعادل خارجهما على بعد  $d_1$  من التيار الأقل .

$$\therefore \text{ عند نقطة التعادل } B_1 = B_2$$

$$\frac{\mu I_1}{2\pi d_1} = \frac{\mu I_2}{2\pi (d_1 + 0.1)}$$

$$\frac{2}{d_1} = \frac{4}{d_1 + 0.1}$$

$$\rightarrow \boxed{d_1 = 0.1 \text{ m}}$$



# تدريبات

## II اختر الإجابة الصحيحة

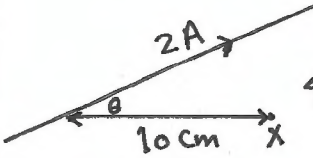
① تزداد كثافة الفيض المغناطيسي الناشئ عند مرور تيار كهربي في سلك مستقيم .....

- أ - بزيادة مقاومة السلك  
ب - بزيادة شدة التيار  
ج - بنقص شدة التيار  
د - جميع ما سبق

② يمكنه تعيين اتجاه الفيض المغناطيسي الناتج عن مرور تيار في سلك مستقيم باستخدام قاعدة .....

- أ - اليد اليمنى لفلمنج  
ب - اليد اليمنى لأمبير  
ج - اليد اليسرى لأمبير  
د - اليد اليسرى لفلمنج

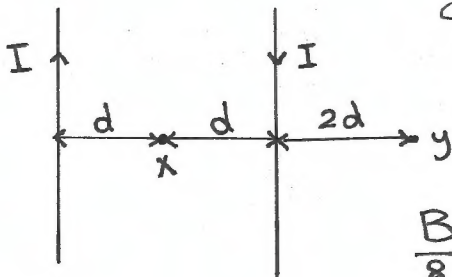
③ في الشكل الموضح تكون قيمة كثافة الفيض المغناطيسي الناشئ عند مرور تيار الكري في السلك عند النقطة X  $4 \times 10^{-6}$  ...  
أ - تساوي  
ب - أكبر منه  
ج - أصغر منه



④ إذا كانت قيمة كثافة الفيض المغناطيسي

عند النقطة X هي B فإن قيمة كثافة الفيض

عند النقطة Y هي .....



- أ -  $\frac{B}{12}$   
ب -  $12B$   
ج -  $\frac{B}{2}$   
د -  $\frac{B}{8}$

2 ما المقصود بـ :-

⑤ قاعدة أمبير لليد اليمنى

① الفيض المغناطيسي

③ متى نستخدم كثافة الفيض الكهلي عند نقطة خارج سلكيه متوازيين يمر بهما تيار كهربي

[4] أذكر استخدام قاعدة أمبير للميد المغناطيسي

[5] مسائل <sup>خليل يلا</sup> : إعتبر النفاذية المغناطيسية للهواء  $\mu = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Wb/A.m}$

- ١- مصدر سلكان مستقيمان متوازيان المسافة بينهما من الهواء هي 15 سم يمر بكل منهما تيار كهربائي شدته 5 أمبير . أوجد كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة بينهما وعلى بعد 5 سم عن أحدهما :-
- ٢- عندما يكون التياران في اتجاه واحد ب- عندما يكون التياران في اتجاهين متضادين .

- ٣- ملف متجانس مساحته  $40 \text{ cm}^2$  وضع في مجال مغناطيسي كثافته فيض  $0.05 \text{ T}$  احسب الفيض المغناطيسي المختزن للملف في الحالات الآتية :-
- ٢- إذا كان الملف موازاً للفيض ب- إذا كان الملف يصنع زاوية  $30^\circ$  مع الفيض
- ج- إذا كان الملف عمودياً د- إذا كان الملف عمودياً ثم دار  $30^\circ$  .

- ٢- مصدر  $7.5 \times 10^{20}$  إلكترون في سلك مستقيم طوله خلال 35 موضع موازياً لسلك مستقيم طوله على بعد 5 cm منه بعضهما ويمر في السلك الثاني تيار كهربائي شدته 40 A ، أوجد قيمة واتجاه كثافة الفيض المغناطيسي في منتصف المسافة بينهما :
- ٢- إذا كان التياران في اتجاه واحد

- ب- إذا كان التياران في اتجاهين متضادين علماً بأنه  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

- ٤- مصدر : بطارية قوتها الدافعة الكهربائية 8V ومقاومتها الداخلية 1  $\Omega$  وصل ولطباها بسلك مستقيم طوله 10 cm ومساحة مقطعه  $3 \times 10^{-8} \text{ m}^2$  ومقاومته النوعية  $4.5 \times 10^{-6} \text{ } \Omega/\text{m}$  احسب كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة بعدها العمودي عن مركز السلك 20 cm

٥- أسلاكان طويلان متوازيان وضعوا على بعد  $15\text{ cm}$  من بعضهما SIGMA

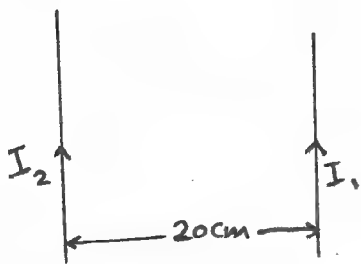
يمر في الأول تيار شدته  $3\text{ A}$  وفي الثاني  $2\text{ A}$  وضعت إبرة مغناطيسية صغيرة بينها فلم يتغير اتجاهها أوجد بعد الإبرة عن السلك الأول.

٦- أسلاكان طويلان متوازيان يبعدان  $10\text{ cm}$  عن بعضهما ويمر فيهما تيار كروي شدته  $2\text{ A}$   $4\text{ A}$  على الترتيب وفي اتجاهيه مختلفيه، عيم النقطة التي نعدم عندها كثافة الفيض المغناطيسي لهما.

٧- أسلاكان متوازيان ومتوازيان وضعوا على بعد  $30\text{ cm}$  من بعضهما يمر في أحدهما تيار شدته  $40\text{ A}$  ويمر في الثاني تيار شدته  $20\text{ A}$  حسب كثافة الفيض المغناطيسي المتولد عند نقطة بينها تبعد  $20\text{ cm}$  عن السلك الأول عندما يكون التيار الكروي في كلاهما السلكية في نفس الاتجاه مع وعندما يكون في اتجاهيه متعاكسين معاً أخرى.

٨- أسلاكان متوازيان المسافت بينهما في الهواء  $20\text{ cm}$  يمر في السلك الأول تيار شدته  $20\text{ A}$  ويمر في السلك الثاني تيار شدته  $15\text{ A}$  علماً بأنه التياران في اتجاه واحد حسب كثافة الفيض عند نقطة :  $P$  - خارجة عن السلكية وتبعد  $10\text{ cm}$  عن السلك الأول بـ - في منتصف المسافة بين السلكية.

٩- أسلاكان متوازيان في الشكل المقابل  $I_1 = 2\text{ A}$ ،  $I_2 = 4\text{ A}$  حسب بعد النقطة عن التيار الأصغر التي يكون عندها كثافة الفيض الناتج عنها تساوي صفراً.



١٠- يمر تيار كروي من البروتونات في خط مستقيم بمعدل مليون بروتون في ميكروثانية. حسب كثافة الفيض عند نقطة تبعد عن المسار  $20\text{ cm}$  علماً بأنه شحنة البروتون  $1.6 \times 10^{-19}$  C.

SIGMA

ثانياً / المجال المغناطيسي الناشئ عند مرور تيار في ملف دائري

### ← شكل خطوط الفيض /

عند نشر برادة حديد على لوحة ورور مقوى تحتويها الملف الدائري وبطريقة لوحة الورور المقوى برفق . نترتب البرادة وتتخذ شكل مجال مغناطيسي يشبه المجال المغناطيسي لمغناطيس قصير . وتكون خطوط الفيض عند محور الملف الدائري متوازنة ومتعادلة على مستوى الملف .



\* محور الملف هو خط مستقيم يمر بالمركز عمودياً على مستوى الملف .

### استنتاج كثافة الفيض المغناطيسي

عند مركز ملف نصف قطره  $r$  - وعدد لولاته  $N$  ويمر به تيار  $I$  نجد أن :-

$$B \propto I , B \propto N , B \propto \frac{1}{r}$$

$$\therefore B \propto \frac{NI}{r}$$

$$\therefore B = \text{Const} \times \frac{NI}{r}$$

$$\therefore B = \frac{\mu_0 NI}{2r}$$

### قاعدة البرمجة اليمنى

نستخدمه لتحديد اتجاه الفيض للمجال المغناطيسي عند مركز ملف دائري يمر به تيار كهربائي .



\* (كيفية تطبيق القاعدة) عند دوران برمجة باليد اليمنى من اتجاه حركة عقارب الساعة (من اتجاه الربط) عند مركز الملف بحيث يكون اتجاه الدوران مع اتجاه التيار . فإبه اتجاه اندفاعها يشير إلى اتجاه الفيض عند المركز .



## - قاعدة اتجاه حركة عقارب الساعة

\* الإستخدام / تحديد نوع القطب من كل من وجه الملف دائري يمر به تيار .

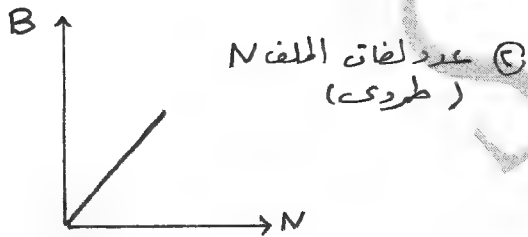
• بالنظر لوجه الملف وتحديد اتجاه التيار :-

- ١- إذا كان اتجاه التيار الخارج اتجاه حركة عقارب الساعة . فانه الوجه يمثل قطباً جنوبياً (S) . 
- ٢- إذا كان اتجاه التيار الداخل عكس اتجاه حركة عقارب الساعة . فانه الوجه يمثل قطباً شمالياً (N) . 

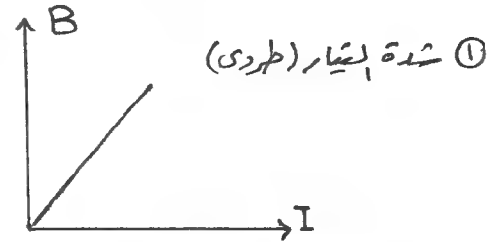
العوامل التي تتوقف عليها كثافة الفيض عند مركز ملف دائري

$$B = \frac{\mu I N}{2r}$$

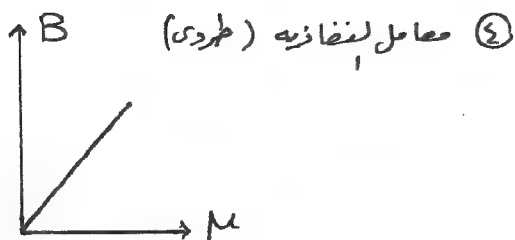
نصباً للقانون



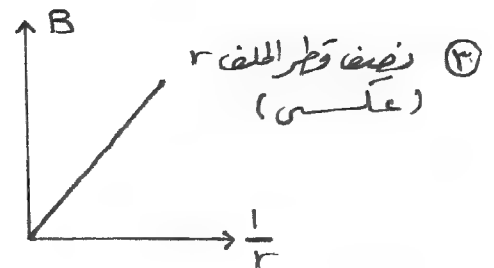
$$\text{الميل} = \frac{B}{N} = \frac{\mu I}{2r}$$



$$\text{الميل} = \frac{B}{I} = \frac{\mu N}{2r}$$



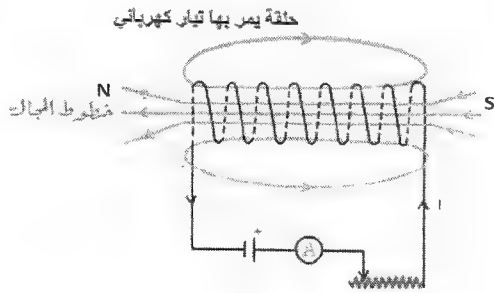
$$\text{الميل} = \frac{B}{\mu} = \frac{NI}{2r}$$



$$\text{الميل} = Br = \frac{\mu NI}{2}$$

## ثالثاً : المجال المغناطيسي لتيار كهرلي يمر في ملف لولبي (حلزوني)

### شكل المجال :-



\* يشبه المجال المغناطيسي  
لقضيب مغناطيسي . وكل  
خط من خطوط الفيض يمثل مسار مغلق .

\* محور الملف : المستقيم الخارج من مركز  
دائرتي أول وأخر لفة .

### الاستنتاج كثافة الفيض المغناطيسي

\* بفرضه وجود ملف لولبي (حلزوني) طوله  $l$  وعدد لفاته  $N$  ويمر به  
تيار كهربي شدته  $I$  نلاحظ أن :-

$$B \propto N$$

$$B \propto I$$

$$B \propto \frac{1}{L}$$

$$\therefore B \propto \frac{NI}{L}$$

$$\therefore B = \text{Const.} \frac{NI}{L}$$

$$\therefore B = \frac{\mu NI}{L}$$

( ملحوظة )

$$n = \frac{N}{L} \quad (\text{عدد اللفات لوحدة الطول})$$

$$L = N 2r' \quad (r' \text{ نصف قطر السلك})$$

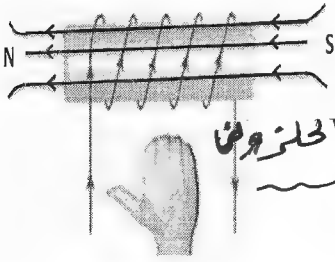
SIGMA \* إذا كانت اللفات متماسة

## قاعدة البرمجة اليمنى

- تستخدم في تحديد اتجاه الفيض المغناطيسي عند محور ملف حلزوني يمر به تيار كهربى.

## قاعدة اتجاه حركة عقارب الساعة

- تستخدم في تحديد نوع القطب من كلاً من وجه الملف الحلزوني.



## قاعدة أمبير لليد اليمنى

تحديد قطبية المجال في الملف الحلزوني

خطى بال  
سيارة

## كيفية تجسير القاعدة

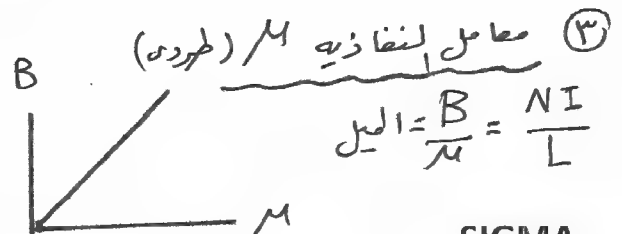
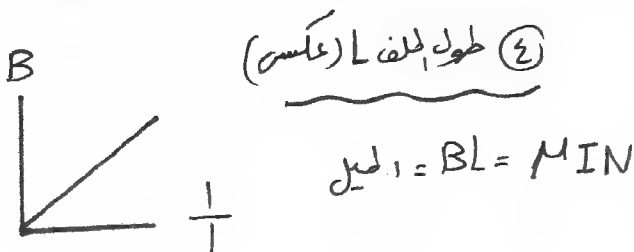
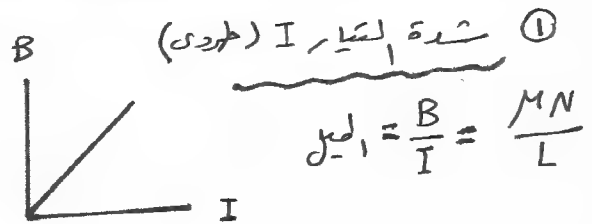
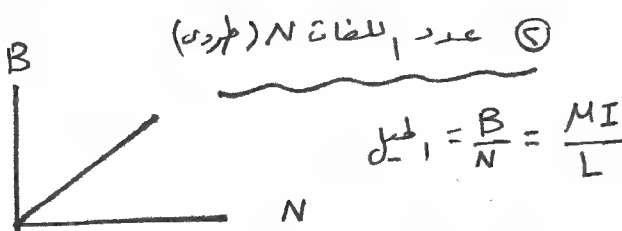
عند القبض على الملف باليد اليمنى

حيث تشير الأصابع للأمام لتجاه التيار. فانه اتجاه

الإبهام يشير لاتجاه خطوط الفيض داخل الملف

\* داخل الملف الفيض يتجه من القطب الموجب إلى القطب السالب

\* العوامل التى تتوقف عليها كثافة الفيض المغناطيسى عند محور ملف لولبي



## أسئلة نظرية (مجاب عنها)

### II علل لما يأتي :

① قد لا يتولد مجال مغناطيسي عند تيار مستمر يحرف ملف حلزوني أو دائري  
\* لأن الملف يكون ملفوفاً لفاً مزدوجاً والفيض المغناطيسي الناتج  
عند مرور التيار من اتجاه معين يلغى الفيض المغناطيسي الناتج عند مرور  
نفس التيار من الاتجاه المضاد.

② تزداد كثافة الفيض المغناطيسي عند أي نقطة على محور ملف لولبي  
يمر به تيار كهربائي عند وضع ساقه من الحديد الطاويع بداخله .  
\* لأن معامل النفاذية المغناطيسية للحديد أكبر من معامل النفاذية المغناطيسية  
للرصاص فيعمل ساق الحديد على تركيز الفيض المغناطيسي داخل الملف .

③ لا تتمغنط ساقه الحديد الطاويع ملفوفة حولها سلك معدني معزول  
ملفوف لفاً مزدوجاً يمر به تيار كهربائي .  
\* لأن اتجاه التيار من أحد طرفي الملف عكس اتجاهه من الفرع الآخر  
فيساوي المجال المغناطيسي الناتج منه ويتضادان في الاتجاه وتكون  
محصلتهما صفر . فلا يؤثران على ساق الحديد ولا تتمغنط .

### [2] ماذا يحدث مع التفسير

① نقص نصف قطر حلف دائري يمر به تيار كهربائي بالنسبة  
لكثافة الفيض عند مركزه .  
\* تزداد كثافة الفيض المغناطيسي عند مركزه

$$B = \frac{\mu NI}{2r} \text{ حيث}$$



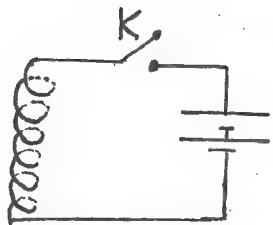
- ③ مرور تيار كهربي مستمر في ملف لولبي .  
 \* يتولد حوله الملف اللولبي مجال مغناطيسي يشبه  
 الى حد كبير المجال المغناطيسي لقضيب مغناطيسي .

- ③ مرور تيار كهربي في ملف حلزوني ملفوف لفاً مزدوجاً  
 بالنسبة لكثافة الفيض عند محور الملف .  
 \* تنعدم كثافة الفيض عند محور الملف لأن المجال الناشئ  
 عن تيار أحد الفرعين يلاشي المجال الناشئ عن تيار الفرع الآخر

### 3] أذكر استخداماً واحداً لكل من :

- ① قاعدة البرمجة اليمنى .  
 \* تحديد اتجاه المجال المغناطيسي عند مركز ملف دائري أو محور ملف حلزوني بحركة  
 تيار كهربي  
 ② قاعدة عقارب الساعة .  
 \* معرفة نوع القطب المتكون عند كل من وجهي ملف  
 دائري أو حلزوني بحركة تيار كهربي

### 4] فكرة



في الشكل المقابل ملف مثبت فوق قطعة  
 من الحديد المطاوع موضوعة على قبة ميزان .



- (P) ماذا يحدث لقراءة الميزان بعد غلق المفتاح K بالواصلة  
 (B) ماذا يحدث لقراءة الميزان إذا عكس التيار المار  
 في الملف ثم أغلق المفتاح K ؟

[5]

الأشكال التالية توضح أنصاف حلقات يمر بها نفس التيار  $I$  ، حسب كثافة الفيض  $B$  عند المركز بدلالة

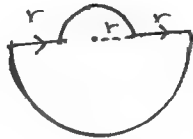
$I$  ،  $r$  ،  $\mu$  ثم رتب هذه الأشكال من حيث كثافة الفيض ترتيباً تنازلياً  $\therefore$   $(B = \frac{\mu I N}{2r})$



(س)

$$B_T = \frac{\mu I}{4r}$$

$$B_T = \frac{2\mu I}{8r}$$



(ج)

$$B_T = \frac{\mu I}{4r} + \frac{\mu I}{8r}$$

$$B_T = \frac{3\mu I}{8r}$$



(ب)

$$B_T = \frac{\mu I}{4r} - \frac{\mu I}{8r}$$

$$B_T = \frac{\mu I}{8r}$$



(پ)

$$B_T = \frac{\mu \frac{1}{2} I \times \frac{1}{2}}{2r} - \frac{\mu \frac{1}{2} I \times \frac{1}{2}}{2r}$$

$$B_T = 0$$

$$B > B_J > B_B > B_P$$

[6]

مسائل

١٩٩٠ إذا مر تيار كهربي في سلك طوله  $26.4 \text{ cm}$  مغني على شكل

قوس من دائرة نصف قطرها  $5.6 \text{ cm}$  فكانت كثافة الفيض المغناطيسي عند مركز هذه الدائرة  $8.25 \times 10^{-6} \text{ T}$  حسب شدة التيار المار.

$$L = 26.4 \times 10^{-2} \quad r = 5.6 \times 10^{-2} \quad B = 8.25 \times 10^{-6}$$

$$\therefore L = N \cdot 2\pi r \quad \rightarrow \quad \therefore N = \frac{L}{2\pi r} = \frac{26.4 \times 10^{-2}}{2\pi \times 5.6 \times 10^{-2}} = \frac{3}{4} \text{ لفة}$$

$$\therefore B = \frac{\mu I N}{2r} \quad \rightarrow \quad \therefore I = \frac{B 2r}{\mu N} = \frac{8.25 \times 10^{-6} \times 2 \times 5.6 \times 10^{-2}}{10^{-7} \times 4\pi \times \frac{3}{4}} = 0.98 \text{ A}$$

[17]

$$\therefore B = 0.98 \text{ A}$$

⑤ ملف دائري نصف قطره 10cm مصنوع من سلك مقاومته النوعية  $10^{-6} \Omega \cdot m$  ومساحة مقطعه  $0.4 \times 10^{-4} m^2$  فإذا وصل بمصدر جهد قوته الدافعة  $V_B$  ومقاومته الداخلية مهملة كانت قيمة كثافة الفيض عند مركزه 0.1 T احسب القوة الدافعة الكهربائية للمصدر .

مقاومته داخلية  $r=0$   $A = 0.4 \times 10^{-4}$   $\rho_e = 10^{-6}$   $r = 10 \times 10^{-2} = 0.1$  نصف قطر  $B = 0.1$   $V_B = ?$

$$\therefore R = \rho_e \frac{L}{A}$$

$$\therefore B = \frac{\mu_0 I N}{2r}$$

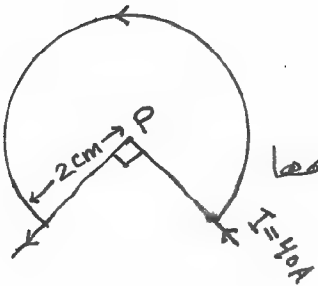
$$\therefore R = \rho_e \frac{N \cdot 2\pi r}{A}$$

$$\therefore I = \frac{B \cdot 2r}{\mu_0 N}$$

$$\therefore V_B = IR = \frac{B \cdot 2r}{\mu_0 N} \times \frac{N \cdot 2\pi r \cdot \rho_e}{A}$$

$$\therefore V_B = \frac{B \times 4\pi r^2}{\mu_0 A} = \frac{0.1 \times 4\pi \times (0.1)^2 \times 10^{-6}}{4\pi \times 10^{-7} \times 0.4 \times 10^{-4}}$$

$$\therefore V_B = 250 \text{ V}$$



③ من الشكل المقابل أوجد :  
كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة P وحدد اتجاهها

\* من السلك لفة  $N = \frac{3}{4}$  و  $r = 0.02$  و  $I = 40 \text{ A}$

$$\therefore B = \frac{\mu_0 I N}{2r}$$

$$\therefore B = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 40 \times \frac{3}{4}}{4 \times 2 \times 0.02}$$

$$\therefore B = 9.42 \times 10^{-4} \text{ T}$$

④ إذا مر تيار كهربي في سلك مستقيم ملفوف على شكل دائرة من لفة واحدة . ثم لف نفس السلك على شكل

ملف دائري من أربع لفات ومربى نفس التيار .  
قارن بين قيمتي كثافة الفيض المغناطيسي في الحالتين .

← ز ياده عدد اللفات لأربعة أمثالها . ينقص نصف قطر اللفة للربع مع ثبوت الطول .

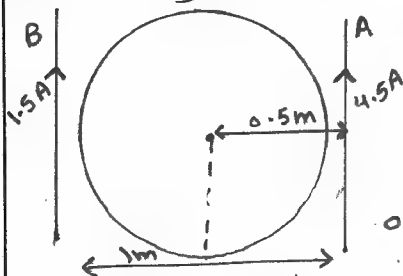
$$I_1 = I_2 \quad \frac{B_1}{B_2} = ? \quad N_1 = 1 \quad N_2 = 4$$

$$\therefore \frac{B_1}{B_2} = \frac{\mu I_1 N_1}{2r_1} \times \frac{2r_2}{\mu I_2 N_2}$$

$$\therefore \frac{B_1}{B_2} = \frac{I_1 N_1 r_2}{I_2 N_2 r_1} = \frac{1 \times r}{4 \times 4 \times r} = \frac{1}{16}$$

⑤ B . A سلكان متقيمان المسافة بينهما 1m يمر من السلك A

تيار كهربي شدته 4.5A ويمر من السلك B تيار كهربي شدته 1.5A  
في نفس الاتجاه وضع ملف دائري في نفس مستوى



السلكية مكون من لفة واحدة ونصف قطرها 10πcm

وكأنه مركز الملف يبعد عن السلك A مسافة قدرها 0.5m

كما هو موضح بالشكل ، ما مقدار واتجاه التيار الخارج من الملف الدائري

بحيث تصبح كثافة الفيض المغناطيسي عند مركزه تساوي صفراً ؟

A سلك ( I = 4.5A d<sub>1</sub> = 0.5m ) / B سلك ( I = 1.5A d<sub>2</sub> = 0.5m )

ملف دائري ( N = 1 r = 10π × 10<sup>-2</sup> )

$$B_A = \frac{\mu I}{2\pi d} = \frac{2 \times 10^{-7} \times 4.5}{0.5} = 1.8 \times 10^{-6} \text{ T}$$

$$B_B = \frac{\mu I}{2\pi d} = \frac{2 \times 10^{-7} \times 1.5}{0.5} = 6 \times 10^{-7} \text{ T}$$

$$\therefore B_T = [1.8 \times 10^{-6}] - [6 \times 10^{-7}] = 1.2 \times 10^{-6} \text{ T}$$

× لكن تكون B<sub>T</sub> عند مركز الملف = صفراً ( ∴ B = B<sub>T</sub> سلكية ملف )

$$1.2 \times 10^{-6} = \frac{\mu I}{2r} \rightarrow \therefore I = \frac{1.2 \times 10^{-6} \times 2 \times 10 \pi \times 10^{-2}}{4 \pi \times 10^{-7}} = 0.6 \text{ A}$$

SIGMA

من نفس الاتجاه عقارب الساعة



⑥ احسب شدة التيار الكهربائي الذي يمر في ملف لولبي طوله  $0.5\text{m}$  وعدد لفاته  $1000$  لفة بحيث تكون كثافة الفيض المغناطيسي عند منتصف محوره  $0.04\text{T}$ .

\*  $I = ?$      $l = 0.5\text{m}$      $N = 1000$      $B = 0.04$

$$\therefore B = \frac{\mu N I}{l} \quad \rightarrow \quad I = \frac{B l}{\mu N}$$

$$\therefore I = \frac{0.04 \times 0.5}{4\pi \times 10^{-7} \times 1000} = 15.9\text{A}$$

⑦ ملف لولبي طوله  $0.6\text{m}$  يمر به تيار شدته  $10\text{A}$  وإذا كانت كثافة الفيض المغناطيسي الناشئ عند منتصف محوره تساوي  $0.05\text{T}$  احسب :-  
 أ - عدد اللفات لكل وحدة أطوال منه .  
 ب - عدد لفاته ( $\pi = 3.14$ )

$l = 0.6$      $I = 10$      $B = 0.05$      $\frac{N}{l} = ?$      $N = ?$

$$\therefore B = \frac{\mu N I}{l} \quad \rightarrow \quad \frac{N}{l} = \frac{B}{\mu I}$$

$$\therefore \frac{N}{l} = \frac{0.05}{4\pi \times 10^{-7} \times 10} = 3980.9 \text{ لفة / متر}$$

$$\therefore \frac{N}{l} = 3980.9 \quad \rightarrow \quad N = 3980.9 \times l$$

$$N = 3980.9 \times 0.6$$

$$\therefore N = 2388.5 \text{ لفة}$$

⑧ ملف دائري قطره 22cm وعدد لفاته 49 لفه بحريه تيار كهري يولد مجال مغناطيسي كثافته فيضه عند مركز الملف

أ-  $7 \times 10^{-5} \text{ T}$  حجب أ- شدة التيار الحار في الملف .

ب- كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة على محوره اذا أبعدت لفاته عند بعضها بانتظام حتى أصبح طوله 11cm .

$$r = \frac{0.22}{2} = 0.11 \quad N = 49 \quad B = 7 \times 10^{-5} \text{ T} \quad I = ? \quad (B = ? \text{ لولبي } l = 0.11 \text{ m})$$

$$B = \frac{\mu I N}{2r} \rightarrow I = \frac{B 2r}{\mu N} = \frac{7 \times 10^{-5} \times 2 \times 0.11}{4\pi \times 10^{-7} \times 49} = 0.25 \text{ A}$$

$$B = \frac{\mu I N}{l} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 0.25 \times 49}{0.11} = 14 \times 10^{-5} \text{ T}$$

⑨ ملف لولبي طوله 20cm بحريه تيار كهري يولد فيضاً مغناطيسياً كثافته  $4 \times 10^{-3} \text{ T}$  عند منتصف محوره ، ضغطت لفاته بانتظام فإذا كانه قطره 10cm احسب كثافة الفيض عند مركز الملف في هذه الحالة .

$$l = 0.2 \quad B = 4 \times 10^{-3} \text{ T} \quad r = \frac{0.1}{2} \text{ دائري } B = ? \text{ دائري لولبي}$$

$$B = \frac{\mu I N}{l} \rightarrow I = \frac{B l}{\mu N}$$

$$B = \frac{\mu I N}{2r} = \frac{\mu B l N}{\mu N 2r} = \frac{B l}{2r}$$

$$B = \frac{4 \times 10^{-3} \times 0.2 \times 2}{2 \times 0.1} = 8 \times 10^{-3} \text{ T}$$

## تدريبات (واجب)

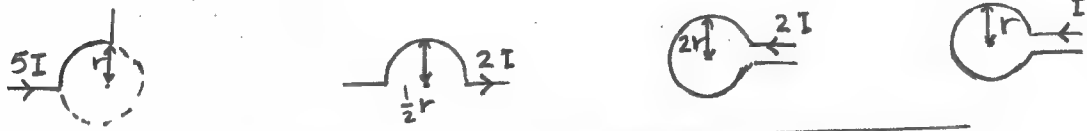
J.V.III.

- 1] ما المقصود بكل مما يأتي :
- 1- قاعدة البرمجة اليمف ٢- قاعدة عقارب الساعة
- 2] كيف يمكنك زيادة كثافة الفيض المغناطيسي عند مركز ملف دائري؟
- 3] ما العوامل التي تتوقف عليها كثافة الفيض المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار كهربي في ( ملف دائري / ملف حلزوني )
- 4] قارن بين كل مما يأتي :
- ① كثافة الفيض المغناطيسي حول سلك مستقيم وعند مركز ملف دائري يمر بكل منهما تيار كهربي من حيث العلاقة الرياضية المستخدمة .
- ② كثافة الفيض المغناطيسي عند مركز ملف دائري وعند نقطة على محور ملف لولبي يمر فيها تيار كهربي من حيث العلاقة الرياضية المستخدمة .
- 14] اختر الإجابة الصحيحة :
- ① إذا كانت كثافة الفيض عند مركز حلقة دائرية نصف قطرها  $4\pi \text{ cm}$  هي  $5 \times 10^{-5} \text{ T}$  وكانت  $4\pi \times 10^{-7} = \mu_0$  فإن شدة التيار الخارج من الحلقة = ...
- 7A - P      7.14A - ب      10A - ج      17A - د
- ② تناسب كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة على المحور داخل الملف اللولبي تناسباً عكسياً مع ...
- P - عدد لفات الملف      ب - شدة التيار في الملف      ج - طول الملف      د - طول سلك الملف

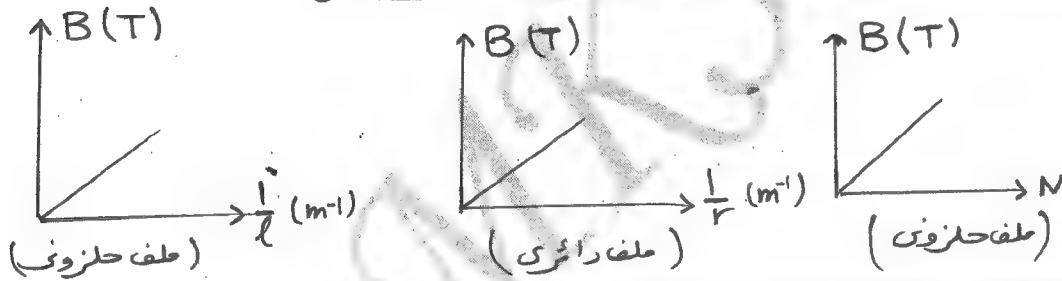
٣) حلف دائري عدد لفاته  $N$  ونصف قطره  $r$  يمر به تيار  $I$  فكانت كثافة الفيض عند مركزه  $B$  فإذا تم إبعاد لفاته بانتظام ليصبح حلف حلزوني طوله  $20r$  ومرتبه نفس التيار فتكون كثافة الفيض عند منتصف محوره من -----

$\frac{B}{20}$  - پ      ب -  $\frac{B}{10}$       ج -  $\frac{B}{40}$       د -  $B$

٤) أي الملفات التالية تكون كثافة الفيض عند مركزه أكبر قيمة؟



٥) أكتب العلاقة الرياضية وهايساويده الميل :



٦) حساب ( استخدم الثابت  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ wb/A.m}$  عند الحاجة إليه )

١) إذا مر تيار كهربى شدته  $0.1 \text{ A}$  فى حلف دائري قطره  $12.65 \text{ cm}$  وعدد لفاته ١٥٥ فة احسب كثافة الفيض المغناطيسى عند مركز الملف ( $\pi = 3.14$ )

٢) احسب كثافة الفيض المغناطيسى عند مركز حلف دائري يتكون من لفه

واحدة نصف قطره  $0.1 \text{ m}$  يمر به تيار شدته  $10 \text{ A}$  وإذا كان هناك سلك مستقيم يمر به تيار كهربى له نفس الشدة فابعد نقطة عن السلك تكون كثافة الفيض المغناطيسى عندها لها نفس القيمة ( $\pi = 3.14$ )

٣) حلف حلزوني طوله  $0.22 \text{ m}$  ومساحة مقطعه  $25 \times 10^{-4} \text{ m}^2$  يحتوى على 3٥٥ لفه احسب شدة التيار اللازم لإمراره باللف لتكون كثافة الفيض عند منتصف محوره  $1.2 \times 10^{-3} \text{ wb/m}^2$  وكم يكون الفيض الكلى الذى يمر باللف؟



④ ملف دائري قطره 12 cm يمر به تيار كهربى يولد مجالاً مغناطيسياً عند مركزه أبعدت لفاته بانتظام عن بعضها من اتجاه محوره ليصبح ملفاً حلزونياً يمر به نفس شدة التيار فأصبحت كثافة الفيض المغناطيسى عند نقطة داخله وتقع على محوره =  $\frac{1}{2}$  كثافة الفيض المغناطيسى عند مركز الملف الدائرى ، احس طول الملف الحلزونى حينئذ .

⑤ ملفان لولبيان أحدهما داخل الآخرهما محور مشترك ، تحتوى وحدة الأطوال صد الملف الأول على 10 لفات وحن الملف الثانى على 20 لفه فإذا كان التيار الخارج الملف الأول 2A ولثانى 4A احس كثافة الفيض المغناطيسى عند نقطة بداخلهما على المحور :  
(أ) عندما يكون التياران فى نفس الاتجاه .  
(ب) عندما يكون التياران فى اتجاهين متضادين . (مأ بأ 3.14 =  $\pi$ )

⑥ مر تيار كهربى فى سلك لحوله 26.4 cm متخفى على شكل قوس من دائرة نصف قطرها 5.6 cm فكانت كثافة الفيض المغناطيسى الناشئ عند مركز هذه الدائرة  $8.25 \times 10^{-6}$  احس شدة التيار .

⑦ شحنة كهربية مقدارها  $1.4 \times 10^{-6}$  ح تدور بسرعة 1500 دورة كل دقيقة فى مسار دائرى نصف قطره 15 cm احس كثافة الفيض المغناطيسى عند مركز الدوران لهذه الشحنة .

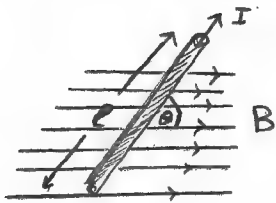
⑧ ملف حلزونى لحوله 50 cm وصلى بطارية قوتها الدافعة 8 فولت فكانت كثافة الفيض عند المحور  $B_1$  فإذا قطع 10 cm من اطرافه كل طرف ووصل الباقي بنفس البطارية صارت كثافة الفيض عند نفس النقطة  $B_2$  فما نسبة  $B_1 : B_2$

## القوة المغناطيسية وعزم الازدواج

عند وضع سلك مستقيم حر الحركة بين قطبي مغناطيس فإن السلك عندما يمر به تيار كهربي يتحرك . وهذا يتطلب وجود قوة . وتكون القوة المحركة عمودية على كل من اتجاه التيار واتجاه المجال المغناطيسي .

\* يتحرك السلك تحت تأثير القوة من الموضع الأعلى من كثافة الفيض إلى الموضع الأقل من كثافة الفيض .

واستنتاج القوة المغناطيسية المؤثرة على سلك مستقيم يمر به تيار كهربي موضوع في فيض مغناطيسي .



لفرض وجود سلك يمر به تيار كهربي شدته  $I$  موضوع عمودياً على مجال مغناطيسي كثافة فيضه  $B$  و معرض من السلك جزء طوله  $L$  للفيض .

ونتيجة لذلك يتأثر السلك بقوة مغناطيسية  $F$  . يمكن استنتاجها كما يلي /

$$F \propto B \quad \text{و} \quad F \propto I \quad \text{و} \quad F \propto L$$

$$\therefore F \propto BIL$$

$$\therefore F = \text{const } BIL$$

$$\therefore F = BIL$$

\* وإذا كان السلك يصنع زاوية  $\theta$  مع الفيض فإنه :-

$$\underline{F = BIL \sin \theta}$$

\* يمكن عكس اتجاه القوة ( اتجاه حركة السلك ) عند طرحه :-

١- عكس اتجاه التيار الكهربي الخارج من السلك .

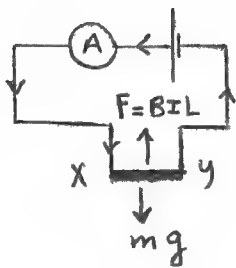
٢- عكس اتجاه المجال المغناطيسي المؤثر على السلك .

## قاعدة اليد اليسرى لفلمنج

الإستخدام : تحديد اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة على سلك مستقيم يمر به تيار كهربى وموضوع عمودياً على اتجاه المجال المغناطيسى .

طريقة الإستخدام : اجعل الإبهام والسبابة من اليد اليسرى متعامدين على بعضهما وعلى باقى الأصابع \* تشير السبابة لاتجاه الفيض (المجال) و باقى الأصابع (عدا الإبهام) تشير لاتجاه التيار . فإنه الإبهام يشير لاتجاه القوة المغناطيسية ( اتجاه حركة السلك ) .

\* عندما يكون السلك معلوم أفقياً ومتمزج ويمر به تيار كهربى وموضوع فى مجال مغناطيسى عمودى على السلك فانه:



$$\uparrow F = F_g \downarrow \text{ (الوزن)}$$

$$BIL = mg$$

$$BIL = \rho V_0 L g$$

$$BIL = \rho AL g$$

$$BI = \rho \pi r^2 g$$

$$\left( \rho = \frac{m}{V_0 L} \right)$$

$$(V_0 L = A \cdot L)$$

$$(A = \pi r^2)$$

ما سيجد يملك تعريف :  
كثافة الفيض المغناطيسي B

مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة

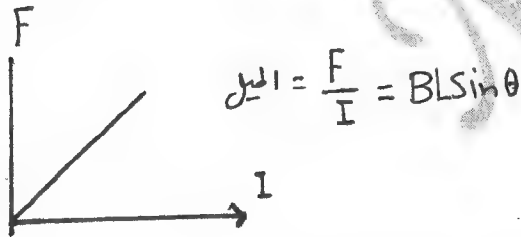
على سلك طوله 1m يمر به تيار كهربى شدته 1A موضوع عمودياً على الفيض المغناطيسى عند تلك النقطة .

النتيـلا  
T

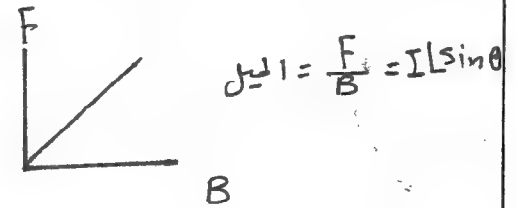
كثافة الفيض المغناطيسى الذى يولد قوة مقدارها 1N على سلك طوله 1m يمر به تيار كهربى شدته 1A عند ما يكون السلك عمودياً على خطوط الفيض المغناطيسى .

\* العوامل التى تتوقف عليها القوة المغناطيسية المؤثرة على سلك مستقيم يمر به تيار كهربى موضوع فى مجال مغناطيسى

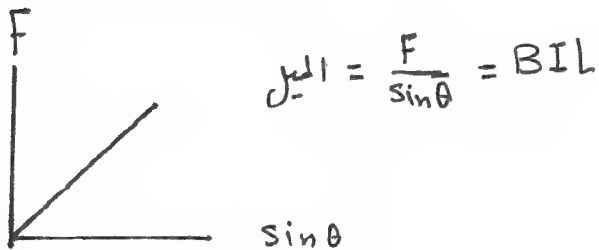
② شدة التيار I (طردى)



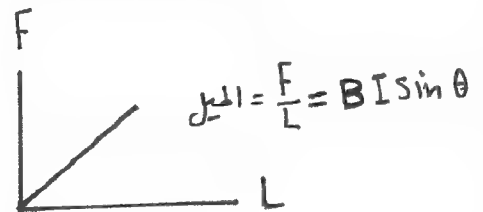
① كثافة الفيض (B) [طردى]



⑤ جميع الزاوية المحصورة بين السلك واتجاه الفيض sin θ (طردى)



③ طول السلك L (طردى)





استنتاج القوة بين سلكية مستقيمة متوازيين  
و يمر بهما تيارين .

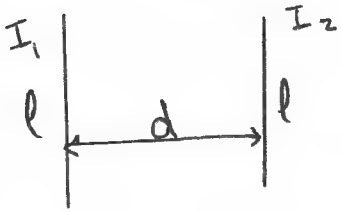
بفرض مرور تيار كهربي  $I_1$  في سلك طوله  $L$  مخرج موازي لسلك  
أخر له نفس الطول  $L$  وعمره تيار  $I_2$  . وعلى مسافة  $d$   
من بعضهما . فإن المجال المغناطيسي حول كل سلك يؤثر على  
السلك الأخر بقوة .

\*  $F_1$  ( القوة المؤثرة على السلك الأول - من مجال السلك الثاني )

$$F_1 = B_2 I_1 L = \frac{\mu I_2}{2\pi d} I_1 L$$

\*  $F_2$  ( القوة المؤثرة على السلك الثاني - من مجال السلك الأول )

$$F_2 = B_1 I_2 L = \frac{\mu I_1}{2\pi d} I_2 L$$



$$\therefore F = F_1 = F_2 = \frac{\mu I_1 I_2 L}{2\pi d}$$

\* وكما سبقت الدراسة من بداية الفصل :-

① إذا كان التياران  $I_1$  ،  $I_2$  في نفس الاتجاه ( يحدث تجاذب )

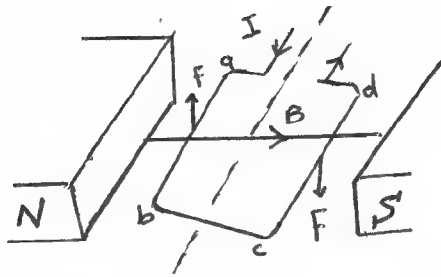
- لأن محصلة كثافة الفيض خارج السلك أكبر من محصلة كثافة  
الفيض بينها . فيتحرك السلك من الخارج ( إلى أكبر كثافة ) للداخل ( الأقل كثافة )

② إذا كان التياران  $I_1$  ،  $I_2$  في اتجاهين متضادين ( يحدث تنافر )

- لأن محصلة كثافة الفيض بين السلكين أكبر من محصلة

كثافة الفيض خارجهما . فيتحرك السلك من الداخل ( الأعلى كثافة ) للخارج ( الأقل كثافة ) .

استنتاج عزم الإزدواج المؤثر على ملف مستطيل يمر به تيار كهربى موضوع فى مجال مغناطيسى .



عند وضع ملف مستطيل  $abcd$  يمر به تيار كهربى . بحيث يكون مستواه موازى لخطوط الفيض المغناطيسى . والملف قابل للحركة .  
\* نجد أن الضلعين  $ab$  و  $cd$  عوديان على المجال يتأثران بقوتان .

والضلعان  $bc$  ،  $ad$  موازيان

للمجال فتكون القوة المؤثرة عليهما = صفر .

\* لقوتاه على الضلعين  $ab$  و  $cd$  متساويتان فى المقدار ومتضادتان فى الاتجاه . والمسافة بينهما هى طول أحد الضلعين  $ad$  أو  $bc$  . فنتأ عزم الإزدواج يعمل على دورانه ملف حول محوره .

عزم الإزدواج = إحدى القوتين  $\times$  البعد العمودى بينهما

$$\therefore \tau = B I L_{ab} L_{bc}$$

$$\therefore \tau = B I A$$

وإذا كان عدد لفات الملف  $N$

$$\therefore \tau = B I A N$$

وفى حالة وجود زاوية بين خطوط الفيض والملف

$$\tau = B I A N \sin \theta \quad (\text{وحدة القياس } N.m)$$

ويسمى المقدار  $|IAN|$  بعزم ثنائى القطب المغناطيسى  $|md|$

$$\tau = B |md| \sin \theta$$

وهى كمية متجهة عمودية على مستوى الملف  $A$

## عزم ثنائي القطب المغناطيسي

يقدر بعزم الإزدواج المغناطيسي

المؤثر على ملف يمر به تيار كهربي مستواه موازياً للمغناطيسي

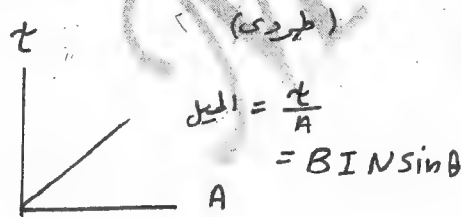
$$|\vec{m}_d| = \frac{\tau}{B \sin \theta} \quad \text{كثافته } I$$

\* وحدة قياس عزم ثنائي القطب المغناطيسي  $N.m/T$   
وهي تكافئ  $A.m^2$ .

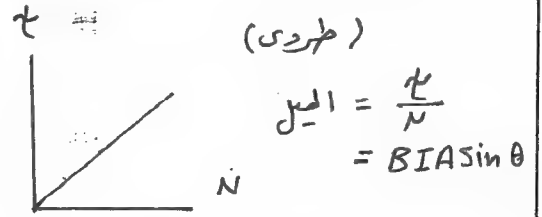
\* اتجاه  $\vec{m}_d$  عمودي على المساحة (الملف) من اتجاه الربط أو تقدم اليدوية وهو اتجاه التيار.

\* العوامل التي يتوقف عليها عزم الإزدواج المغناطيسي.

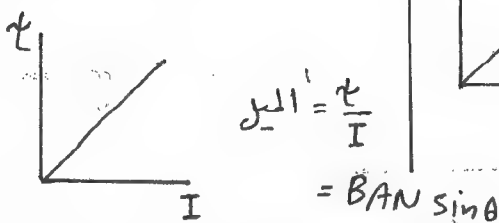
① مساحة وجه الملف  $A$



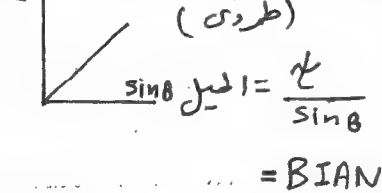
② عدد لفات الملف  $N$



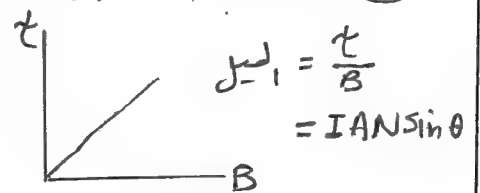
③ شدة التيار  $I$



④ جيب الزاوية  $\sin \theta$



⑤ كثافة الفيض (طردى)



## أسئلة نظرية [ محاب عنها ]

31/11/11

### II علل :

- ① عدم ترك سلك مستقيم حر الحركة بحرية تيار كهربي بالرغم من وضعه في مجال مغناطيسي منتظم .
- \* لأن السلك موضوع موازياً للفيض المغناطيسي .

- ② تناظر سلكيه متجهيه متوازيين إذا كان التيار المار بهما في اتجاهيه متضادين
- \* لأن محصلة كثافة الفيض المغناطيسي خارج السلكيه أقل من محصلة كثافة الفيض بينهما فتتولد قوة ترك السلكيه من الموضع الأعلى في كثافة الفيض إلى الموضع الأقل في تناظر .

- ③ إذا مر تيار كهربي في كل من ملف حلزوني وسلك مستقيم متطابق على محور الملف فإن السلك لن يتأثر بقوة مغناطيسية .
- \* لأن السلك موضوع موازياً للمجال المغناطيسي الناشئ عند مرور تيار كهربي في الملف الحلزوني فتكون  $\theta = 0$  وتنحصر القوة من العلاقة  $F = BIL \sin \theta$  وبالتالي  $F = 0$  .

- ④ يتناقص عزم الإزدواج المؤثر على ملف متطيل بحرية تيار كهربي مع مرور الزمن
- قطبي مغناطيسي أثناء دورانه ابتداء من الموضع الذي يكون فيه متوازيًا للمجال المغناطيسي حتى يصبح متوازيًا عمودياً على المجال .
- \* لأنه بدورانه الملف من الموضع الموازي لخطوط الفيض تقل الزاوية بين العمود على مستوى الملف وخطوط الفيض  $\theta$  فيقل عزم الإزدواج تبعاً للعلاقة  $\tau = BIAN \sin \theta$

## 2] ماذا نفعل بقولنا أن

التي

- ① عزم ثنائ القطب المغناطيسي ملف  $200 \text{ A.m}^2 =$
- \* أي أن عزم الازدواج المؤثر على الملف عند مرور تيار كروي به بحيث يكون متوازيًا لفيض كثافته  $T$  يساوي  $200 \text{ N.m}$

- ② كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة  $0.4 \text{ T} =$
- \* أي أن مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة على سلك طوله  $1 \text{ m}$  يمر به تيار شدته  $1 \text{ A}$  موضوع عمودياً على خطوط الفيض المغناطيسي عند تلك النقطة  $0.4 \text{ N}$

## 3] ماذا يحدث في الحالات الآتية؟ مع التفسير

- ① مرور تيار في نفس الاتجاه في سلكين متوازيين.
- \* يتجاذب السلكان . لأن محصلة كثافة الفيض خارج السلكين تكون أكبر من محصلة كثافة الفيض بينهما .

- ② وضع سلك يحمل تياراً كهربياً عمودياً على مجال مغناطيسي منتظم .
- \* يتحرك السلك في اتجاه عمودي على اتجاه المجال المغناطيسي حيث تنشأ قوة مغناطيسية عمودية على كل من اتجاه التيار الكروي وخطوط الفيض المغناطيسي .

## 4] متى ينعدم عزم الازدواج المؤثر على ملف يمر به تياراً كروبياً وموضوع في

- مجال مغناطيسي منتظم .
- \* عندما يكون متوازيًا مع الفيض المغناطيسي



## مسائل [مجاب عنها]

٧٩  
[1]

أمر تيار كهربي شدته  $10A$  في سلك طوله  $0.5m$  موضوع في مجال مغناطيسي كثافته فيزيه  $2T$  احسب القوة المؤثرة على السلك عندما يكون:-

- ١- السلك موازياً لخطوط المجال المغناطيسي .
- ٢- الزاوية بين السلك والمجال المغناطيسي  $30^\circ$  .
- ٣- السلك في وضع عمودي على المجال المغناطيسي .

$$I = 10A \quad L = 0.5m \quad B = 2 \quad F = ? \quad *$$

$$\therefore F = BIL \sin \theta = 2 \times 10 \times 0.5 \times \sin 0 = 0N \quad (\theta = 0) \quad (1)$$

$$\therefore F = BIL \sin \theta = 2 \times 10 \times 0.5 \times \sin 30 = 5N \quad (\theta = 30^\circ) \quad (2)$$

$$\therefore F = BIL \sin \theta = 2 \times 10 \times 0.5 \times \sin 90 = 10N \quad (\theta = 90^\circ) \quad (3)$$

[2] سلكان مستقيمان متوازيان المسافة بينهما  $8cm$  وطولهما  $0.6m$  يمر بهما تيار شدته  $2A$  في كل منهما في نفس الاتجاه . احسب القوة المتبادلة بينهما ونوعها .

$$d = 8 \times 10^{-2} \quad L_1 = 0.6m = L_2 \quad I_1 = I_2 = 2A$$

$$\therefore F = \frac{\mu I_1 I_2 L}{2\pi d}$$

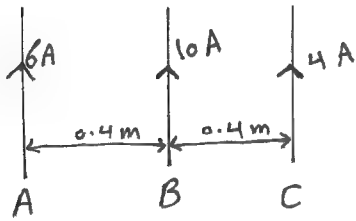
$$\therefore F = \frac{2 \times 10^{-7} \times 2 \times 2 \times 0.6}{0.08}$$

$$\therefore F = 6 \times 10^{-6} N$$

[ تجاذب ]

- 3] ثلاث أسلاك متوازية وأطوالها المتقابلة 120 cm السلك A يحركه تيار شدته 6 A والسلك الأوسط B يحركه تيار شدته 10 A والسلك الثالث C يحركه تيار شدته 4 A والقطارات في نفس الاتجاه والسلك B يبعد عن كل من A، C مسافة 40 cm ! حسب :- ① القوة التي يتأثر بها السلك الأوسط B وعن أي جهة يتحرك ② القوة التي يتأثر بها السلك الثالث C وعن أي جهة يتحرك.

$$L = 1.2 \text{ m}$$



①  $B_t$  (حصلة A، C) تؤثر على السلك B

$$B_A = \frac{\mu I}{2\pi d} = \frac{2 \times 10^{-7} \times 6}{0.4} = 3 \times 10^{-6} \text{ T}$$

$$B_C = \frac{2 \times 10^{-7} \times 4}{0.4} = 2 \times 10^{-6} \text{ T}$$

من نقطة بين السلكين  
والتيارات في اتجاه واحد

$$B_t = (B_A - B_C) = 3 \times 10^{-6} - 2 \times 10^{-6} = 10^{-6} \text{ T}$$

(جهة السلك A)  $\therefore F = B I_B L = 10^{-6} \times 10 \times 1.2 = \underline{12 \times 10^{-6} \text{ N}}$

②  $B_t$  (حصلة B، C) تؤثر على السلك C

$$I_A = 6 \text{ A} \quad I_B = 10 \text{ A} \quad d_A = 0.8 \text{ m} \quad d_B = 0.4 \text{ m}$$

$$B_A = \frac{\mu I}{2\pi d} = \frac{2 \times 10^{-7} \times 6}{0.8} = 1.5 \times 10^{-6} \text{ T}$$

$$B_B = \frac{\mu I}{2\pi d} = \frac{2 \times 10^{-7} \times 10}{0.4} = 5 \times 10^{-6} \text{ T}$$

من نقطة خارج  
السلك (في نفس الاتجاه)

$$B_t = B_A + B_B = 6.5 \times 10^{-6}$$

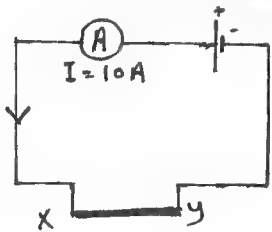
$$\therefore F = B I_C L = 6.5 \times 10^{-6} \times 4 \times 1.2$$

جهة السلك B  $F = \underline{3.12 \times 10^{-5} \text{ N}}$

ملف عدد لفاته ١٥٥ يمر به تيار شدته  $20A$  ووضعه  
في مجال مغناطيسي كثافته الفيض  $0.5T$  فإذا كانت مساحة  
مقطعه  $0.1m^2$  ! حسب عزم الازدواج المؤثر عليه عندما تكون  
الزاوية بين مستوى الملف والمجال  $30^\circ$ .

$$N = 100 \quad I = 20 \quad B = 0.5 \quad A = 0.1 \quad \theta = ? \quad \theta = 60^\circ$$

$$\tau = BIAN \sin \theta = 0.5 \times 20 \times 0.1 \times 100 \times \sin 60 = 86.6 N.m$$



سلك من الألومنيوم  $XY$  مساحة مقطعه  $0.1cm^2$

معلق أفقياً بينا يلامس طرفيه نهاية دائرة

كهربية كما هو مبين بالرسم ! حسب كثافة

الفيض المغناطيسي التي تعمل على أن يظل السلك معلقاً دون ! استخدام مؤشر  
خارجي ( غير كثافة الفيض المؤثرة عليه ) مع بياض اتجاه الفيض علماً بأنه

$$g = 10 m/s^2 \quad \rho_{AL} = 2700 kg/m^3$$

$$A = 0.1 \times 10^{-4} \quad I = 10 \quad B = ? \quad \rho_{AL} = 2700 \quad g = 10$$

لكم يظل السلك معلقاً - يجب أن تكون القوة التي تؤثر بها المجال

على السلك = قوة وزنه الجسم ↓

$$\therefore F_g = F$$

$$mg = BIL$$

$$\rho \cdot V_{AL} \cdot g = BIL$$

$$\rho \cdot A \cdot L \cdot g = BIL$$

$$\therefore \rho A g = BI$$

$$\therefore B = \frac{\rho A g}{I} = \frac{2700 \times 0.1 \times 10^{-4} \times 10}{10}$$

$$\therefore B = 27 \times 10^{-3} T$$

## تدريبات

11 علل

١- يتحرك سلك مستقيم بحرية تيار كهربي موضوع عمودياً على  
فيض مغناطيسي .

٢- تجاذب سلكيه مستقيمين متوازيين إذا كان التيار بهما في نفس الاتجاه .

٣- قد لا يتحرك ملف مستطيل ( قابل للحركة ) بحرية تيار كهربي مستمر  
و موضوع من مجال مغناطيسي .

2 ما العوامل التي يتوقف عليها كل مما يأتي مع كتابة العلاقة الرياضية

① القوة المؤثرة على سلك يمر به تيار كهربي وموضوع من  
مجال مغناطيسي .

② عزم ثنائي القطب المغناطيسي .

3 قارن بين قاعدة أيبينج لليد اليمنى وقاعدة فلمنج لليد اليسرى  
من حيث الاستخدام .

4 اثبت أن القوة المؤثرة على سلك طوله  $l$  يمر به تيار

كهربي شدته  $I$  وموضوع عمودياً على اتجاه مجال مغناطيسي

كثافته فيضيه  $B$  تتعبره من العلاقة  $F = BIL$

5 ما التصور بطل منه [ التسلا / عزم ثنائي القطب المغناطيسي ]

6 مسائل ① سلك طوله  $10\text{ cm}$  يمر به تيار شدته  $5\text{ A}$  وضع في مجال

مغناطيسي كثافته فيضيه  $1\text{ wb/m}^2$  ، احسب القوة المؤثرة على السلك

عندما يصنع زاوية مع اتجاه خطوط الفيض تساوي :

أ -  $[0^\circ]$  ب -  $[90^\circ]$  ج -  $[135^\circ]$  د -  $[180^\circ]$

② سلك مستقيم طوله  $30\text{cm}$  يحمل تيار شدته  $4\text{A}$  ، كيف تضع هذا السلك في مجال مغناطيسي كثافته  $5\text{T}$  بحيث تؤثر عليه قوة قدرها  $3\text{N}$  .  
[  $30^\circ$  ]

③ سلك مستقيم يمر به تيار كهربى شدته  $5\text{A}$  ، احسب كثافة الفيض المغناطيسى الناتجة عند مرور التيار في السلك عند نقطة في الهواء بعدها العمودى عن السلك  $10\text{cm}$  ، وإذا وضع عند تلك النقطة سلك آخر موازى له طوله  $50\text{cm}$  و يمر به تيار كهربى شدته  $2\text{A}$  احسب القوة المؤثرة على هذا السلك نتيجة تأثره بمجال السلك الأول .  
[  $10^{-5}\text{T}$  ,  $10^{-5}\text{N}$  ]

④ ملف مستطيل أبعاده  $20\text{cm}$  ،  $10\text{cm}$  عدد لفاته  $200$  لفة موضوع في مجال مغناطيسى منتظم كثافته فيضيه  $0.4\text{T}$  مر به تيار كهربى شدته  $3\text{A}$  احسب عزم الإزدواج المؤثر على الملف في الحالات الآتية :

- ① عندما يميل مستوى الملف على اتجاه المجال بزاوية  $60^\circ$  .
- ② عندما يكون مستوى الملف عمودياً على اتجاه المجال .
- ③ عندما يكون مستوى الملف موازياً للمجال .

⑤ سلك طوله  $0.5\text{m}$  يمر به تيار كهربى شدته  $20\text{A}$  يدور في مجال مغناطيسى منتظم كثافته فيضيه  $B$  . يوضع الجدول التالي العلاقة بين القوة المؤثرة على السلك بالنيوتن  $F$  وجيب الزاوية بين اتجاه المجال والسلك  $\sin\theta$  .

$F(\text{N})$	0.6	1.2	1.5	1.8	2.4	2.7
$\sin\theta$	0.2	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9

\* ارسم العلاقة البيانية بين  $F$  على الصدى و  $\sin\theta$  على محور السينات، وسم الرسم أو صواب :  
1- قيمة القوة المؤثرة على السلك عندما يكون عمودياً على المجال المغناطيسى .  
2- كثافة الفيض المغناطيسى .

$\sqrt{3T}$



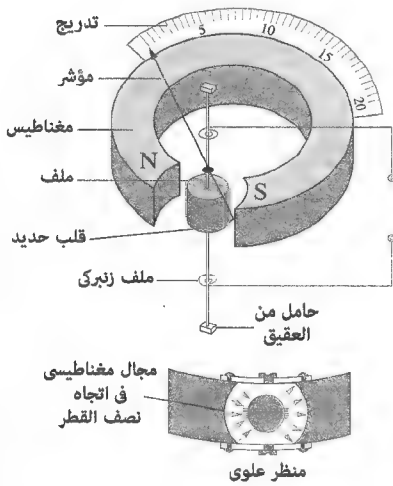
# أجهزة القياس الكهربي

أجهزة القياس [ أجهزة قياس تناظرية - أجهزة قياس رقمية ]

## ١] الجلفانومتر ذو الملف المتحرك ( الجلفانومتر الحساس )

جهاز يستخدم للاستدلال على جهود تيارات كهربائية مستمرة ضعيفة جداً من دائرة ، وقياس شدتها ، وتحديد اتجاهها .

### تركيب الجلفانومتر



① ملف من سلك رفيع ملفوف حول إطار مستطيل من الألومنيوم الخفيف ، والملف قابل للدوران حول محوره .

② قلب من الحديد المطاوع على شكل إطوانات موضوع داخل الإطار المستطيل ، لتكوين الفيض داخل الملف .

③ مغناطيس قوى على شكل حذوة فرس ، ويتم وضع الملف و القطب الحديدى بين قطبيه المقعريه . " لجعل كثافة الفيض المغناطيسى ثابتة من الخيز الذى يتحرك فيه الملف - وتكون خطوط الفيض على هيئة أنصاف أقطار - فيكون الفيض دائماً عمودى على الملف " .

④ زوج من الملفات الزنبركية [ تعمل كوحلات لدخول وخروج التيار - التحكم فى حركة الملف - إعادة الملف لوضعه الأخرى عند انقطاع التيار ]

⑤ عوامل من العتير يرتكز عليها الملف . [ لتسهيل حركته وتقليل الاحتكاك ]

\* فكرة عمل الجلفانومتر عزم الإزدواج المؤثر على ملف قابل للحركة يمر به تيار كهربي وموضوع فى مجال مغناطيسى

## شرح فكرة عمل الجلفانومتر :-

- ١- بمرور تيار كهربي في الملف تنشأ قوى مغناطيسية . فيقول عزم الإزدواج يعمل على دورانه الملف .
- ٢- بدورانه الملف فانه الملفاطه الزنبركية يقول فيها عزم لث وصور عكس اتجاه عزم الإزدواج المؤثر على الملف .
- ٣- عند اتزان عزم اللث مع عزم الإزدواج . فانه المؤشر يتوقف أمام قراءة تدل على مقدار شدة التيار .
- ٤- عكس اتجاه التيار الكهربي في الملف يؤدي لحركة المؤشر في عكس الاتجاه .

## استخدام الجلفانومتر :-

- ١- الاستدلال على مرور تيارات كهربية مشحونة وضعيفة جداً .
- وقياس شدتها وتحديد اتجاهها .

## حساسية الجلفانومتر

تقدر بزاوية انحراف مؤشر الجلفانومتر عند وضع الصفر عند مرور تيار في الملف شدته الوحدة .

$$\text{حساسية الجلفانومتر} = \frac{\theta}{I}$$

وحدة القياس [درجة / ميكرو أمبير]  $(\text{deg}/\mu\text{A})$

- ← يتناسب انحراف مؤشر الجلفانومتر طردياً مع عزم الإزدواج
- ← و يتناسب عزم الإزدواج طردياً مع شدة التيار المار في الملف .
- ∴ تتناسب زاوية الانحراف طردياً مع شدة التيار

شدة التيار في ملف الجلفانومتر = دلالة القسم الواحد / عدد الأقسام التي يتوقف لها المؤشر

(علل) لا يصلح الجلفانومتري ذو الملف المتحرك لقياس التيار المتردد .  
 لأنه الفيض الناتج عن التيار المتردد يكون متردداً . وبالتالي  
 يتغير اتجاه عزم الازدواج كل نصف دورة . فلا يستجيب الملف  
 لهذا التغير السريع بفعل القصور الذاتي للملف .

(علل) لا يصلح الجلفانومتري ذو الملف المتحرك (الحساس)  
 لقياس شدة التيارات الكهربائية العالية .

لأن ملف الجلفانومتري لا يتحمل التيارات ذات الشدة العالية  
 بسبب أن جزء من الطاقة الكهربائية يتحول لطاقة حرارية قد تؤدي  
 لانصهار الملف . وكذلك قد يعمل عزم الازدواج الكبير إلى  
 اختلال الملف .

(علل) صغر تدريج الجلفانومتري في المنتصف .  
 لتحديد اتجاه التيار في الملف .

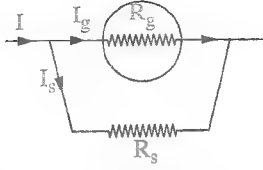
تطبيقات على الجلفانومتري .

\* يمكن تحويل الجلفانومتري إلى : .

- ① أمبير ( لقياس تيارات كهربية شدة عالية )
- ② فولتميتر ( لقياس فروق الجهد المستمرة )
- ③ أوميتر ( لقياس مقاومة كهربية مجهولة )

## [2] أميتر التيار المستمر (الأميتر ذو الملف المتحرك)

الأميتر جهاز يستخدم لقياس شدة التيارات المستمرة عالية الشدة وهو عبارة عن جلفانومتر وموصل مع ملف مقاومة صغيرة على التوازي تسمى مجزئ التيار.



فكرة عمل الأميتر  
عزم الإزدواج المؤثر في ملف يمر به تيار كهربي قابل للدوران في مجال مغناطيسي.

التوصيل في الدائرة الكهربية  
يوصل في الدائرة الكهربية على التوالي.

### تركيب الأميتر

مجزئ التيار  $R_s$

مقاومة صغيرة توصل على التوازي مع ملف الجلفانومتر لتحويل الأميتر لقياس شدة تيار أكبر.

يتم توصيل مقاومة صغيرة جداً تعرف باسم مجزئ التيار  $R_s$  على التوازي مع ملف الجلفانومتر  $R_g$ .

- أهمية مقاومة مجزئ التيار :-

- ① تحمي الجلفانومتر من التلف نتيجة مرور معظم التيار بها.
- ② تقليل المقاومة الكلية للأميتر . فلا تؤثر على مقاومة الدائرة الكلية وبالتالي لا تتأثر شدة التيار .
- ③ زيادة مدى الجلفانومتر.

## ! - تحتاج قيمة مقاومة مجزئة التيار $R_s$

$\therefore R_s$  ،  $R_g$  متطانتان على التوازي.

$$\therefore V_g = V_s$$

$$I_g R_g = I_s R_s$$

$$\therefore R_s = \frac{I_g R_g}{I_s}$$

$$\therefore R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g}$$

### حساسية الأميتر

النسبة بين أقصى تيار يقيسه الجلفانومتر  
إلى أقصى تيار يقيسه بعد تحويله للأميتر.

### \* ملاحظات .

عندما تنقص حساسية الجلفانومتر إلى العشر فهذا يعني  
أن  $I = 10 I_g$

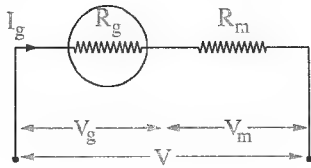


### [3] فولتميتر التيار المستمر

\* جهاز يستخدم لقياس فروط الجهد عبر أى نقطتين . وهو عبارة عن جلفانومتر حساس وموصل مع ملفه على التوالي مقاومة كبيرة تسمى مضاعف الجهد .

فكرة عمل الفولتميتر قياس فروط الجهد بينه نقطتين من دائرة كهربائية .

#### تركيب الفولتميتر



مقاومة كبيرة تسمى مضاعف الجهد  $R_m$  توصّل على التوالي مع ملف الجلفانومتر .

#### أهمية مقاومات مضاعف الجهد

- ١- تعمل على زيادة مدى الجهاز لقياس فروط جهد أكبر
- ٢- زيادة المقاومة الكلية للفولتميتر . فلا يسحب تياراً كبيراً من الدائرة عند توصيله على التوازي في الدائرة . وبالتالي لا يؤثر على فروط الجهد المطلوب القياس .

#### \* طريقة التوصيل في الدائرة الكهربائية

على التوازي بينه طرفي الموصل المراد قياس فروط الجهد بينه طرفيه . ويتم توصيل الطرف الموجب للفولتميتر بالجهد الموجب . والطرف السالب للفولتميتر بالجهد السالب .

مقاومة كبيرة توصّل بالجلفانومتر على التوالي لتحويله إلى فولتميتر يقيس فروط جهد أكبر .

مضاعف الجهد  $R_m$

! - تحتاج قيمة مقاومة مضاعف الجهد .

$R_m$  و  $R_g$  متصليتان على التوالي

$$\therefore V = V_g + V_m$$

$$\therefore V = V_g + I_g R_m$$

$$\therefore R_m = \frac{V - V_g}{I_g}$$

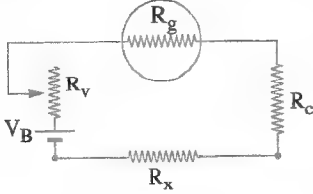
\* ويمكن كتابة الطالبة على الصورة .

$$R_m = \frac{V - I_g R_g}{I_g}$$

## الأوميتير

جهاز يستخدم لقياس مقاومة

مبسوطة . وهو عبارة عن جلفانومتر حساس ومحل معه على التوالي مقاومة عيارية ثابتة ومقاومة متغيرة وعمود كهربي



\* كيفية التوصيل في الدائرة الكهربائية

يوصل طرفي الجهاز بغير في المقاومة المراد قياس قيمتها  $R_x$

## فكرة عمل الأوميتير

العلاقة العكسية بين قيمة المقاومة وسعة التيار

المستقر عند ثبوت فرق الجهد  $I = \frac{V}{R}$

## تركيب الأوميتير

① ميكرو أميتير (جلفانومتر) يقرأ  $400/\mu A$  عند نهاية التدرج

ومقاومة ملف الجلفانومتر  $R_g = 250 \Omega$  .

② مقاومة ثابتة  $R_c = 3000 \Omega$  توصل على التوالي مع الميكرو أميتير

③ مقاومة متغيرة مداها  $R_v = 6565 \Omega$  توصل على التوالي

مع الميكرو أميتير . للتحكم من سعة التيار الخارج بالجهاز ليصل مؤشره لنهاية التدرج قبل ادماج أي مقاومة خارجية

④ عمود جلف  $V_B = 1.5 V$  مهمل المقاومة الداخلية . فلا تتغير

سعة التيار أثناء ضبط مؤشر الأوميتير أو أثناء استخدامه

و تكون  $V_B$  ثابتة أيضاً حتى تتناسب سعة التيار عكساً

مع المقاومة الكلية .

[1] علل

١- تقع قطبي المغناطيس الدائم في الجلفانومتري ذو الملف المتحرك .

\* حتى تكون خطوط الفيض بينها على هيئة أنصاف أقطار وبالتالي في أي وضع للملف تكون كثافة الفيض ثابتة وخطوط الفيض عمودية على الضلعين الطويلين . وبالتالي تتناسب زاوية الانحراف المؤشر تناسب طردياً مع شدة التيار المار في الملف .

٢- تدريب الجلفانومتري ذو الملف المتحرك منظم وصغير تدريجه في النصف

\* التدريب منظم لأن زاوية الانحراف تتناسب طردياً مع شدة التيار . وصغير تدريجه في النصف حتى يمكن تحديد اتجاه التيار .

٣- لا يصلح الجلفانومتري في قياس شدة التيار المتردد .

\* لأن الفيض الناتج عن التيار المتردد يكون متذبذباً في اتجاهه عزم الإزدواج كل نصف دورة ويتغير القصور الذاتي للملف الإستجابة لهذا التغير في الترددات العالية .

٤- لا يصلح الجلفانومتري في قياس شدة التيار الكهربائي العالية .

\* لأن ملف الجلفانومتري لا يقبل التيار الكهربائي العالية فعند مرور تيار كهربي شدته كبيرة في ملف الجلفانومتري يتولد جزء من الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية قد تؤدي إلى انصهار الملف . وكذلك يتولد عزم إزدواج كبير قد يؤدي إلى اختلاف الملف .

٥- عند استخدام الجلفانومتري ذي الملف المتحرك كأميتر توصيل مقاومة صغيرة على التوازي مع ملف الجلفانومتري .

\* حتى تصبح المقاومة الكلية للزمن صغيرة فلا تسبب ضغط التيار

المراد قياسه ويحمر الجزء الأكبر من التيار وهذا يحسن ملف الجلفانومتري من التلف فيمكنه استخدام الأميتر لقياس تيارات عالية .

٦- يوصل الأوسيت على التوالي في الدائرة  
\* حتى يمر فيه نفس التيار المراد قياسه .

٧- عند استخدام الجلفانومتر ذي الملف المتحرك كفولتميتر يوصل  
مقاومة كبيرة على التوالي مع ملف الجلفانومتر .  
\* حتى تصبح المقاومة الكلية للفولتميتر كبيرة فلا يسحب جزء  
كبير منه لتيار وبالتالي لا يحدث صبوط في فروع الجهد القاصر  
كما يمكنه استخدام الفولتميتر لقياس فروع جهد كبيرة .

٨- يوصل الفولتميتر على التوازي ببيد طرفي الموصل .  
\* ليكون فروع الجهد ببيد طرفي الفولتميتر مساوي لفروع الجهد المطلوب قياسه .

٩- تدريج الأوسيت عكس تدريج الأميتر .  
\* لأن شدة التيار تتناسب عكسياً مع المقاومة الكلية للدائرة  
فكلما زادت المقاومة المقاسة قلت شدة التيار الخارج من ملف الجلفانومتر .

١٠- تدريج الأوسيت غير منظم وتدرج الأميتر منظم .  
\* لأنه في الأوسيت تتناسب شدة التيار عكسياً مع المقاومة الكلية  
للدائرة وليس مع المقاومة المجهولة فقط .  
- أما في حالة الأميتر تتناسب زاوية الانحراف طردياً مع شدة التيار .

١١- توصيل مقاومة عيارية كبيرة في دائرة الأوسيت .  
\* لجعل مؤشر الجلفانومتر يخوف إلى نصافة التدريج  
من حاله عدم وجود مقاومة خارجية . وهو ما يعرف  
بمعيارية الأوسيت .



## 2] أذكر الفكرة العلمية ( الأساس العلمي ) لكل مما يأتي :-

- ① الجلفانومتر ذو الملف المتحرك
  - ② أسيار التيار المستمر
  - ③ الفولتميتر
- ( عزم الإزدواج المؤثر على ملف يحركه تيار كهربائي قابل للحركة في مجال مغناطيسي )

- ④ مقاومة ضاعف الجهد  $R_m$  في الفولتميتر
- \* ( توصيل مقاومة كبيرة على التوالي مع ملف الجلفانومتر ليعطي فروجه جهد أكبر وزيادة مدى الجهد )

## 3] أذكر وظيفة كل مما يأتي :-

- ① الملف الزنبركي في الجلفانومتر ذو الملف المتحرك
- \* يعمل كوصلات لدخول وخروج التيار من الملف وكذلك للتحكم في حركة الملف - ينشئ عنهما عزم لي يتزنه مع عزم الإزدواج عند استقرار المؤشر - يعمل على عودة المؤشر إلى وضعه الأصلي في حالة انقطاع التيار .

- ② حوامل العقير في الجلفانومتر ذو الملف المتحرك
- تقليل الاحتكاك وتسهيل حركة الملف .

## مسائل (مجاب عنها)

① احسب حساسية جلفانومتر ذو ملف متحرك يتحرك مؤشره

بزواوية  $30^\circ$  عند مرور تيار فيه شدته  $15 \mu A$ .

$$\theta = 30^\circ \quad I = 15 \mu A \quad \left( \frac{\theta}{I} \right) \text{ (من الجلفانومتر الحساس)}$$

لأنهم يكونون  $I$  بالميكرو

$$\text{حساسية الجلفانومتر} = \frac{\theta}{I} = \frac{30}{15} = 2 \text{ deg}/\mu A$$

② جلفانومتر ذو ملف متحرك يتحرك مؤشره إلى نصف التدرج عند مرور

تيار شدته  $200 \mu A$ ، احسب عدد أقسام تدرج الجلفانومتر إذا علمت

أن دلالة القسم الواحد  $0.08 \text{ mA}$ .

$$\text{شدة التيار} = \text{دلالة القسم الواحد} \times \text{عدد الأقسام}$$

$$\therefore 200 \times 10^{-6} = 0.08 \times 10^{-3} \times \frac{\text{عدد الأقسام}}{2}$$

$$\therefore \text{عدد الأقسام} = \frac{2 \times 200 \times 10^{-6}}{0.08 \times 10^{-3}} = 5 \text{ أقسام}$$

③ جلفانومتر مقاومة ملفه  $54 \Omega$  يتحرك مؤشره إلى نهاية تدرجه

عند مرور تيار شدته  $1 \text{ A}$  يراد تعديله لقياس تيار شدته  $10 \text{ A}$ ، احسب

قيمة مقاومة مجرى التيار وكيف يتم توصيلها مع ملف الجلفانومتر؟

$$R_g = 54 \Omega \quad I_g = 1 \text{ A} \quad I = 10 \quad R_s = ?$$

$$\therefore R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g}$$

$$\therefore R_s = \frac{1 \times 54}{10 - 1} = 6 \Omega$$

(على التوالي مع ملف الجلفانومتر)

جلفانومتر مقاومة ملفه  $0.1\Omega$  وليفراً عند نهاية تدريجه تيار  
شدته  $I_g$  ، ماقيمة مقاومة مجزئ التيار اللازمة لزيادة

قراءته بمقدار 10 أمثال قيمتها ؟

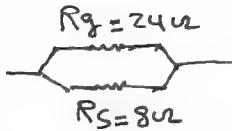
$$R_g = 0.1 \quad I_g = I_g \quad R_s = ? \quad I = 10 I_g$$

$$\therefore R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g} = \frac{I_g \times 0.1}{10 I_g - I_g} = \frac{0.1}{9} = 0.011\Omega$$

⑤ احسب قيمة مجزئ التيار اللازم لانقاوص حساسية أمتير مقاومته  
 $24\Omega$  الى الربع ، وما مقدار المقاومة الكلية للأمتير والمجزئ معاً ؟

$$R_s = ? \quad R_g = 24 \quad I = 4 I_g \quad R' = ?$$

$$\therefore R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g} = \frac{24 I_g}{4 I_g - I_g} = \frac{24}{3} = 8\Omega$$



$$R' = \frac{24 \times 8}{24 + 8} = 6\Omega$$

جلفانومتر مقاومة ملفه  $10\Omega$  وأقصى تيار يمكنه قياسه بواسطته

$40mA$  وصل بمجزئ للتيار  $R_s$  ثم وصل من دائرة كهربيه تحتوي  
على مقاومة  $8\Omega$  وعمود كهرتي قوته الدافعة  $1.5V$  وصل المقاومه

الداخليه ، وعند غلق الدائره ، اخرف مؤشر الجلفانومتر الى

$\frac{3}{4}$  تدريجه . احسب قيمة مجزئ التيار .

$$R_g = 10\Omega \quad I_g = 40 \times 10^{-3} A \quad R_s = ? \quad (V_B = 1.5 \quad R = 8\Omega)$$

$$I_g = 40 \times 10^{-3} \times \frac{3}{4} = 0.03 A$$

$$V_g = I_g R_g = 0.03 \times 10 = 0.3 V$$

$$\therefore V_R = V_B - V_g = 1.5 - 0.3 = 1.2 V$$

$$I = \frac{V_R}{R} = \frac{1.2}{8} = 0.15 A$$

$$\therefore R_s = \frac{V_g}{I - I_g} = \frac{0.3}{0.15 - 0.03} = 2.5\Omega$$

٧ جلفانومتر مقاومته  $54\Omega$  إذا وصل بجزئتي تيار (أ) يمر

في الجلفانومتر  $0.1$  منه التيار الكلي - وإذا وصل بجزئتي تيار (ب)

فإنه التيار الذي يمر في الجلفانومتر يصبح  $0.2$  منه التيار الكلي فما

قيمة المقاومتيه أ ب

$$\therefore R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g} \quad *$$

$$\therefore R_{s1} = \frac{0.1 I \times 54}{I - 0.1 I} = \frac{5.4 I}{0.9 I} = 6\Omega$$

$$\therefore R_{s2} = \frac{0.12 I \times 54}{I - 0.12 I} = \frac{6.48 I}{0.88 I} = 7.36\Omega$$

٨ جلفانومتر إذا وصل بجزئتي تيار  $0.1$  أم يمكنه استخدامه

لقياس أقصى تيار  $5$  أمبير وإذا وصل بمضاعف جهد قيمته

$187\Omega$  يقيس جهد  $45$  فولت فما مقاومته .

$$\therefore R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g} \rightarrow \therefore 0.1 = \frac{I_g R_g}{5 - I_g} \rightarrow ①$$

$$\therefore R_m = \frac{V - V_g}{I_g} \rightarrow \therefore 187 = \frac{45 - I_g R_g}{I_g} \rightarrow ②$$

$$\therefore I_g R_g = 0.5 - 0.1 I_g \quad ① \text{ م}$$

$$\therefore I_g R_g = 45 - 187 I_g \quad ② \text{ م}$$

$$\therefore 0.5 - 0.1 I_g = 45 - 187 I_g$$

$$\therefore 187 I_g - 0.1 I_g = 45 - 0.5$$

$$186.9 I_g = 44.5$$

$$I_g = 0.238 \text{ A}$$

51

$$\text{بالقوة} \quad \therefore 0.238 R_g = 0.5 - (0.1 \times 0.238)$$

$$\therefore R_g = 2\Omega$$

9) جلفانومتر حساس بمقاومة ملفه  $4\Omega$  وأقصى تيار يتحمله  $1\text{mA}$  SIGMA

وصلة ملفه على التوازي بمقاومة مقدارها  $1\Omega$  ليكونا جهازاً أولياً.

ثم وصل هذا الجهاز على التوالي بمقاومة مقدارها  $999.2\Omega$

ليكونا فولتميتر! حسب أقصى فرق جهد يمكنه أن يقيسه هذا الفولتميتر.

$$R_g = 4 \quad I_g = 10^{-3} \quad R_s = 1\Omega$$

$$R_m = 999.2\Omega \quad V = ?$$

$$\therefore R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g}$$

$$\therefore 1 = \frac{10^{-3} \times 4}{I - (10^{-3})}$$

$$\therefore I - 10^{-3} = 4 \times 10^{-3}$$

$$\therefore I = 0.005\text{A}$$

$$R'_{\text{توازي}} = \frac{1 \times 4}{1 + 4} = 0.8$$

$$\therefore V = I(R' + R_m)$$

$$\therefore V = 0.005(0.8 + 999.2) = 5\text{V}$$

١٥) جلفانومتر يمر به تيار شدته  $0.02A$  لينغرف مؤشره الى نصايه التدرج ، و عندئذ يكون الفولت في الجهد بسيد طرفيه  $5V$  ! مربي :- ١) قيمه المقاومه الضاعفة للجهد التي تجعله فعالاً لقياسه فولت جهده قدره  $150V$  .

٢) مقاومه ملف الجلفانومتر .

$$I_g = 0.02A \quad V_g = 5 \quad R_m = ? \quad V = 150$$

$$\therefore R_m = \frac{V - V_g}{I_g} = \frac{150 - 5}{0.02} = \underline{7250 \Omega}$$

$$\therefore V_g = I_g R_g \rightarrow \therefore R_g = \frac{V_g}{I_g} = \frac{5}{0.02} = \underline{250 \Omega}$$

١١) فولتميتري مقاومته  $500\Omega$  يدك كل قسم من أقسامه على  $0.1V$  اشرح كيف يمكنه استخدام يدك كل قسم من أقسامه على  $1V$  <sup>انظر ٩٦</sup>

$$R_g = 500 \quad V = 10 \quad V_g \quad R_m = ?$$

$$\therefore R_m = \frac{V - V_g}{I_g} = \frac{V - V_g}{V_g / R_g} = \frac{(V - V_g) R_g}{V_g}$$

$$\therefore R_m = \frac{(10V_g - V_g) \times 500}{V_g} = \frac{500 \times 9 V_g}{V_g}$$

$$\therefore R_m = \underline{4500 \Omega}$$



- ١٥) جلفانومتر مقاومة ملفه  $250\Omega$  ينحرف مؤشره إلى نهايته التدريج عند مرور تيار شدته  $400\mu A$  يتصل بعمود كهربي قوته الدافعة الكهربية  $1.5V$  ومقاومة ثابتة  $3000\Omega$  ومقاومة متغيرة  $R_v$  أوجد - أ - قيمة المقاومة المأخوذة من المقاومة المتغيرة ليتم تحويل الجلفانومتر إلى - أوميت -  
 ب - قيمة المقاومة التي إذا وصلت بطرفي الأوميت تجعل المؤشر ينحرف إلى ربع تدريجه .

$$R_g = 250 \quad I_g = 400 \times 10^{-6} \quad V_B = 1.5 \quad R = 3000$$

$$R_v = ? \quad [R_x = ? \rightarrow I = \frac{1}{4} I_g]$$

\*

$$\therefore I_g = \frac{V_B}{R_g + R_c + R_v}$$

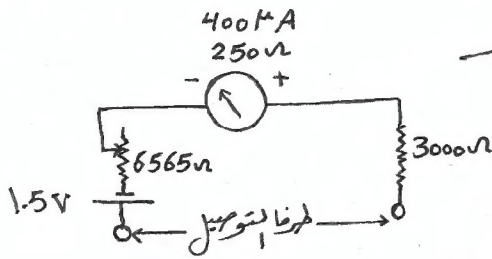
$$400 \times 10^{-6} = \frac{1.5}{250 + 3000 + R_v}$$

$$\boxed{\therefore R_v = 500 \Omega}$$

$$* \quad \frac{I_g}{4} = \frac{V_B}{3750 + R_x}$$

$$\frac{400 \times 10^{-6}}{4} = \frac{1.5}{3750 + R_x}$$

$$\boxed{R_x = 11250 \Omega}$$



١٣) من الدائرة الموضحة للأوصية

وما عليها من بيانات

\* وضح الغرض من وجود المقاومة  
التي في الدائرة و! حسب القيمة المتأخوذة

منها لتقدير هذا الغرض . ( أجب بنفسك )

١٤) أوصية يخفف مؤثره إلى  $\frac{1}{4}$  تدريجه عندما توصل  
مع مقاومة  $300\Omega$  .! حسب المقاومة التي تجعل مؤثره  
يخفف إلى  $\frac{1}{6}$  تدريجه .

$$\therefore I = \frac{V_B}{R' + R_X} \quad , \quad \therefore I_g = \frac{V_B}{R'}$$

$$\therefore \frac{1}{4} I_g = \frac{1}{4} \frac{V_B}{R'} = \frac{V_B}{R' + R_X}$$

$$\therefore \frac{V_B}{4R'} = \frac{V_B}{R' + 300}$$

$$\boxed{\therefore R' = 100\Omega}$$

$$\therefore \frac{V_B}{6R'} = \frac{V_B}{R' + R_X}$$

$$\therefore \frac{1}{6 \times 100} = \frac{1}{100 + R_X}$$

$$\boxed{\therefore R_X = 500\Omega}$$

## تدريبات واجب

: // // //

[1] ماذا نغنى بقولنا أن

① مضاعف الجهد للفولتميتر =  $100 \Omega$

② حساسية الجلفانومتر =  $0.6 \text{ deg}/\mu\text{A}$

[2] علل

① يوصل الأمتي على التوالي في الدائرة .

② يرتكز ملف الجلفانومتر على حوامل من القصير .

③ يجب أن تكون القوة الدافعة الكهربية للعمود المتصل بالأوميتري ثابتة .

[3] اشرح الظاهرة العلمية لـ :-

① الفولتميتر      ② أمتي التيار المستمر      ③ قياس مقاومة باستخدام الأوميتري

[4] ما النتائج المترتبة على كل مما يأتي :

- ١- صغر مقاومة مجزئ في التيار المتصل بالجلفانومتر بالنسبة لحساسية الجلفانومتر .
- ٢- مرور تيار متدد داخل ملف الجلفانومتر .
- ٣- عدم وجود مقاومة متغيرة في دائرة الأوميتري .

[5] ما أهمية كل مما يأتي

١- مقاومة مضاعف الجهد في الفولتميتر .

٢- المقاومة العيارية في الأوميتري .

٣- القطبسيه الفناطريسيه المقريسيه في

الجلفانومتري ذو الملف المتحرك .

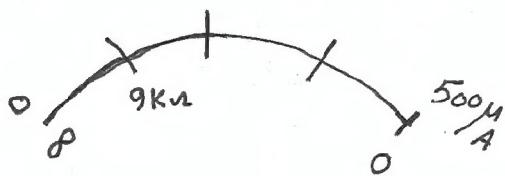


## مسائل :-

① جلفانومتر ذو ملف متحرك لا يتحمل ملفه تياراً أكبر من  $500 \mu A$  ويتحرك مؤشره إلى نهاية تدريجه في حالة وجود فرق جهد بين طرفيه  $0.04 V$ . فكم يمكن توتره لأقصى يقيس تيار شدته  $500 mA$  ؟

② دائرة كهربائية بها مقاومة ثابتة  $6 \Omega$  وصل بين طرفيها المقاومة فولتميتر مقاومتها  $30 \Omega$  وعندما مر تيار كهربي شدته  $0.2 A$  انحراف مؤشر الفولتميتر إلى نهاية التدريج فإذا وصلت مقاومة تساوي  $144 \Omega$  على التوالي مع الفولتميتر ومرت بالدائرة نفس التيار، فما قراءة مؤشره ؟ وما أقصى قيمة لفرق الجهد الذي يمكنه أن يقيسه الجهاز في هذه الحالة ؟

③ جلفانومتر ذو ملف متحرك مقاومة ملفه  $18 \Omega$  أوم ! حسب :-  
 أ - قيمة مقاومة مجزئ التيار التي تسمح بمرور  $\frac{1}{10}$  التيار الكلي في ملف الجلفانومتر.  
 ب - قيمة مقاومة مضاعف الجهد التي تجعل الجلفانومتر صالحاً لقياس فرق الجهد يراوح عشرة أمثال فرق الجهد بين طرفي ملفه .



④ يبين الشكل المقابل :  
 أقام متاوية على تدريج جهاز الأوميتري، استخدم البيانات المكونة لإيجاد